

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Marburg

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. J. Hering

Vergleichende Untersuchungen über die räumlichen
Veränderungen des Gaumens nach
funktionskieferorthopädischer Behandlung der
Kieferkompression mit lückiger Protrusion

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Birgitt Nowack, geb. Hunold

aus Hofgeismar/Hessen

Marburg 1973

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg (Lahn)

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Marburg

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. J. Hering

Vergleichende Untersuchungen über die räumlichen
Veränderungen des Gaumens nach
funktionskieferorthopädischer Behandlung der
Kieferkompression mit lückiger Protrusion

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Birgitt Nowack, geb. Hunold

aus Hofgeismar/Hessen

Marburg 1973



Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg an der Lahn
am 18. September 1973
gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches
Dekan: Prof. Dr. H. Oepen
Referent: Prof. Dr. med. dent. I. Hennis
Correferent: Prof. Dr. med. dent. H. Schnell

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. EINLEITUNG	
I. Das klinische Bild der Kieferkompressionen	1
II. Die Behandlung der Kieferkompressionen	4
B. BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN	5
I. Das Untersuchungsmaterial	6
1. Das Fernröntgenbild	6
2. Das Gebißmodell	7
II. Die Untersuchungsverfahren	8
III. Rezidiv und Nachuntersuchung	12
C. MATERIAL UND METHODIK	14
I. Das Untersuchungsmaterial	14
II. Das Gaumenfaltenmuster als Bezugssystem	15
III. Das Meßgerät	17
IV. Das Justieren der Modelle	17
V. Das Zeichnen der Gaumenkurven	19
1. Transversale Gaumenkurven	19
2. Sagittale Gaumenkurven	20
VI. Die Auswertung der Gaumenkurven	22
1. Bestimmung der Transversalwerte	22
2. Bestimmung der Vertikalwerte	24
3. Bestimmung der Sagittalwerte	24
D. ERGEBNISSE	24
I. Das Berechnungsverfahren	25
II. Die Einzelergebnisse	26

E. DISKUSSION	36
F. ZUSAMMENFASSUNG	41
G. LITERATURVERZEICHNIS	43
H. ANHANG	49

A. EINLEITUNG

Die vorliegende Arbeit hat zur Aufgabe, räumliche Veränderungen des Gaumengewölbes während und nach funktionskieferorthopädischer Behandlung der Kieferkompression mit lückiger Protrusion anhand von Modellanalysen mit Hilfe des "Symmetrographen" nach KORKHAUS zu bestimmen.

I. Das klinische Bild der Kieferkompressionen

Die "Kompressionsanomalien" oder "Kieferkompressionen" (KORKHAUS) gehören zu den häufigsten Okklusionsanomalien. Sie sind durch transversale und sagittale Verformung der Zahnbögen gekennzeichnet und treten vorwiegend im Oberkiefer in Erscheinung, der infolge seiner Knochenstruktur leichter als der Unterkiefer verformbar ist.

KORKHAUS unterscheidet ätiologisch und klinisch drei Formen der Kieferkompression:

1. Kieferkompression mit frontalem Engstand
2. Kieferkompression mit engstehender Protrusion
3. Kieferkompression mit lückiger Protrusion.

Der frontale Engstand mit seinen vielfältigen, auf unterschiedlichen Frontzahnstellungen beruhenden klinischen Erscheinungsbildern im Oberkiefer steht zahlenmäßig an der Spitze der Kompressionsanomalien (HOTZ). Die engstehende und die lückige Protrusion dagegen bieten typische Erscheinungsbilder; sie stellen den geringeren Anteil der Kieferkompressionen.

Die Entstehung der hier besonders zu erläuternden Kieferkompression mit lückiger Protrusion wird besonders durch äußere Einflüsse begünstigt (Abb. 1):

1. Das Erscheinungsbild des zu schmalen, vor allem nach mesial verformten Oberkiefers und des hohen Gaumens sowie

die lückige, nach labial gekippte Stellung der Frontzähne ist meistens durch Lutschen (Finger, Bettzipfel u.a.) verursacht. Dieses löst beim Lutsch-Saugakt kombinierte, die Kiefer und ihre Lagebeziehung verändernde Wirkungen aus: Der Unterkiefer wird beim Saugen an dem Lutschkörper gesenkt und zusammen mit der Zunge zurückverlagert. Der in der Mundhöhle entstehende negative Druck bedingt ein Anpressen der Wangen an die Zahnreihen; das gestörte Gleichgewicht zwischen Zungen-, Kau- sowie mimischer Muskulatur hemmt besonders die Breitenentwicklung des Oberkiefers. Der Lutschkörper und die gestörten Druckverhältnisse rufen zudem Veränderungen des Gaumens und der Alveolarfortsätze hervor. Daraus resultiert neben der Verformung des Gaumengewölbes in Höhe und Breite eine Deformierung der Alveolarfortsätze mit Vorkippung der Oberkieferfrontzähne und Rückkipfung der Unterkieferfrontzähne. Die gleichzeitige Zurückdrängung des Unterkiefers führt, abhängig von der Struktur der Kiefergelenke, zur Entstehung eines Distalbisses. Der Unterkiefer kann aber ebenso sekundär durch die Zwangsführung der Okklusion mit dem zu schmalen Oberkiefer in eine distale Lage abgedrängt und schließlich artikulär und muskulär fixiert werden. (HÄUPL; REICHENBACH und BRÜCKL).

2. Die behinderte Nasenatmung ist als weiterer begünstigender Faktor für die Entstehung eines Schmalkiefers zu nennen. Sie kann als Folge einer übermäßigen Ausbildung des lymphatischen Rachenringes, polypöser Veränderungen der Nasenschleimhäute oder einer Septumdeviation auftreten. Aber auch ein primär vorhandener, vererbter Schmalkiefer kann durch eine zunächst durch den hohen Gaumen und die Unterentwicklung der Nasenräume bedingte Mundatmung zu einer Hypertrophie des lymphatischen Rachenringes und damit zu einer weiteren Behinderung der Nasenatmung führen. (NEUMANN und SCHWARZ). Die derart ausgebildete

Abb. 1a-d : Klinischer Befund der Kieferkompression
mit lückiger Protrusion

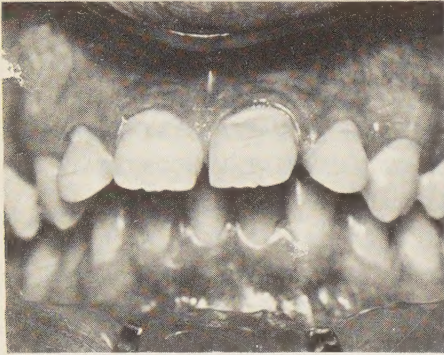


Abb. 1a : Intraorale Aufnahme einer Kieferkompression
mit lückiger Protrusion
a : frontale Ansicht b : seitliche Ansicht

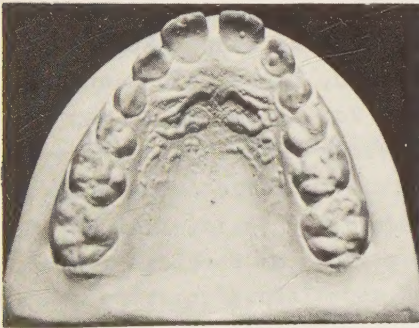


Abb. 1c : Oberkiefermodell einer
Kieferkompression mit
lückiger Protrusion
bei Behandlungsbeginn



Abb. 1d : Oberkiefermodell
desselben Falles
bei Behandlungs-
ende

Mundatmung bewirkt u.a. eine Kompression des Zahnbogens durch den Druck der Wangen gegen den wachsenden Kiefer beim Offenhalten des Mundes (ANGLE; HERBST; KÖRBITZ).

3. Vorwiegend im Hypophysen-, Mittel- und Zwischenhirn begründete, endokrin bedingte Entwicklungsstörungen gelten als weitere Möglichkeit der Entstehung einer Kieferkompression mit lückiger Protrusion (MAIER TEN DOORNKAAT). Es finden sich hier weder Anhaltspunkte für Lutschen noch für eine behinderte Nasenatmung. Dagegen zeichnen sich andere auffallende Leitsymptome ab, wie später Zahnwechsel bei relativ zu großen Schneidezähnen, Untergewicht bei überdurchschnittlicher Größe, Blässe bei normaler Erythrozytenzahl und Hämoglobinemenge, Nervosität, Überflexibilität der Handgelenke und Ekzemneigung.

4. Neben den genannten Umwelteinflüssen kommen für die Entstehung der Kieferkompressionen bei familiärem Auftreten noch erbliche Faktoren in Frage. Diese sind allerdings oft mit anderen Symptomen wie Lutschen, Lippenbeißen und behinderter Nasenatmung kombiniert. Vor allem sollte man dabei die schwer nachzuweisende direkte Vererbung der Anomalie von der angeborenen Disposition zu ihrer Ausbildung trennen.

II. Die Behandlung der Kieferkompressionen

Eine erfolgreiche kieferorthopädische Behandlung der Kieferkompression mit lückiger Protrusion ist nur unter Ausschaltung der vorgenannten, anamnestisch und klinisch zu ermittelnden Umwelteinflüsse zu erreichen.

Der Behandlungsplan zum Ausgleich dieser Stellungsanomalie umfaßt:

1. Transversale Entwicklung der Zahnbögen

2. Sagittale Beeinflussung der Frontzahnstellung
 - a. Verkürzen (Retrudieren) des Oberkiefers
 - b. Aufrichten der Unterkieferfrontzähne
3. Korrektur der sagittalen Lageabweichung des Unterkiefers (Distalbiß)
4. Entwicklung der hypotrophen Lippen-, Wangen- und Zungenmuskulatur durch entsprechende orthopädische Übungen mit dem Ziel einer Förderung der Nasenatmung und des Mundschlusses.

Nach Schwierigkeitsgrad und Alter stehen uns bei einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 2-3 Jahren funktionskieferorthopädische Geräte, aktive Platten oder aktive festsitzende Apparaturen als Behandlungsmethoden zur Verfügung. Da funktionelle Abweichungen und Störungen bei der Kieferkompression mit lückiger Protrusion im Vordergrund stehen, messen wir bei der Behandlung dieser Stellungsanomalie dem funktionskieferorthopädischen System (Aktivator nach ANDRESEN und HÄUPL) besondere Bedeutung bei.

B. BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN

Die transversalen, sagittalen und vertikalen Veränderungen des Gebisses im Laufe seiner Entwicklung und während einer kieferorthopädischen Behandlung sind schon vielfach untersucht und dargestellt worden. WEISE und SCHENK führen die erheblich voneinander abweichenden oder widersprüchlichen Ergebnisse auf unterschiedliche Fragestellungen und Untersuchungsmethoden zurück.

I. Das Untersuchungsmaterial

Als Ausgangsmaterial für die Untersuchungen über Wachstumsveränderungen der Kiefer sind zweidimensionale Fernröntgenbilder des Schädels und dreidimensionale Gipsabgüsse, besonders des Oberkiefers, geeignet:

1. Das Fernröntgenbild

Hierbei handelt es sich um Röntgenaufnahmen des Schädels mit einem möglichst großen Film-Fokus-Abstand und senkrecht auf die Medianebene des Schädels und den Film auftreffenden Zentralstrahl. Unter diesen projektorischen Voraussetzungen wird eine annähernd maßstabgetreue Abbildung und eine direkte metrische Auswertung ermöglicht (Abb. 2). A.M. SCHWARZ unterscheidet zwei Untersuchungsmethoden der metrischen Analyse anhand des Fernröntgenbildes:

- a. Die Craniometrie, d.h. die Bestimmung der Lage des Gebisses als Ganzes im Schädel und zur Schädelbasis als konstanter Bezugsebene
- b. Die Gnathometrie zur Bestimmung der Lage der Gebißeile im Gebiß.

Das Fernröntgenbild erlaubt neben den topographischen Aussagen der Momentaufnahmen Einblick in die Wachstumsveränderungen des Gesichtsschädels. Die dafür notwendige Kongruenz der Serienbilder ist aber schwierig zu erreichen, und es ergeben sich daher selten gleiche Voraussetzungen zur kephalometrischen Auswertung. Auch kann man jeweils nur zwei Dimensionen darstellen. Die laterale Aufnahme (Fernröntgen-seitenbild = FRS) umfaßt die Sagittale und die Vertikale, die sagittale Aufnahme (Fernröntgenvorderbild = FRVB) ermöglicht die Bestimmung der Transversalen (NAWRATH). Die Synthese beider Aufnahmen erweist sich als schwierig (KREISEL).

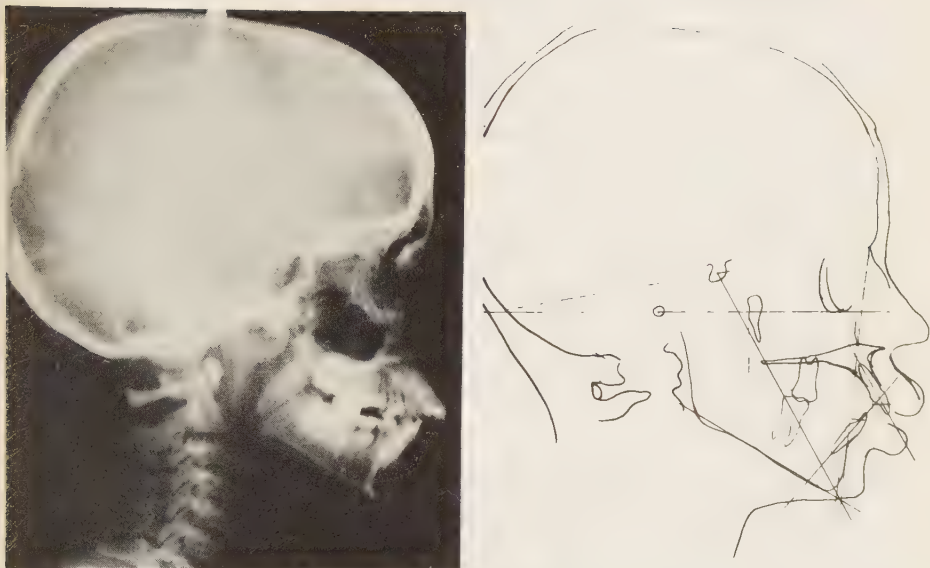


Abb. 2 : Fernröntgenbild mit zugehöriger Auswertungsdurchzeichnung

2. Das Gebißmodell

Der Gipsabguß des zu untersuchenden Kiefers stellt eine günstigere Basis für die vergleichende Erfassung aller drei Dimensionen dar. Metrische Auswertungen werden vorwiegend an Oberkiefermodellen vorgenommen, da hier wegen der dünneren Knochenstruktur Deformierungen meist stärker ausgeprägt sind. Zudem sind Wachstumsveränderungen der Kiefer nur durch dreidimensionale Ausmessungen vollständig zu erkennen. Modelle des Unterkiefers lassen sich jedoch nur in zwei Dimensionen untersuchen, da die vertikale Dimension durch die verschieblichen Mundbodenweichteile während der Abdrucknahme nicht genau erfaßt werden kann.

II. Die Untersuchungsverfahren

Solche Modellvermessungen wurden bisher mit zahlreichen Methoden für Untersuchungen über Größenverhältnisse und Wachstumsveränderungen angewandt:

1. Volumenmessungen an einem dem Oberkiefer zugeordneten Teil des Cavum oris führt KREISEL durch. Als Begrenzungen dieses Raumes werden das Gaumendach, die palatinalen Flächen des Alveolarfortsatzes und der Oberkieferzähne, die Okklusionsebene sowie die distale Verbindungslinie der ersten Molaren festgelegt. Das Verfahren erscheint unzureichend, da jede transversale, sagittale oder vertikale Abweichung der Zahnreihe - bei Stellungsanomalien ein häufiger Befund - die Begrenzungsflächen verändert und damit die Volumenmessung verfälscht. Weiterhin läßt sich vergleichend nicht feststellen, in welchen Dimensionen die sich aus den Volumendifferenzmessungen ergebenden Wachstumsveränderungen stattfanden.
2. Transversale Dimensionsveränderungen während der normalen Gebißentwicklung bei Kindern zwischen fünf und dreizehn Jahren untersucht HAUENSTEIN. Daraus ergibt sich, daß der transversale Abstand eines symmetrischen Zahnpaares nicht unverändert bleibt, sondern in der Zeit nach dem Zahndurchbruch noch zunimmt. Die absolute Vergrößerung der transversalen Abstände ist bei Jungen wesentlich stärker als bei Mädchen gleichen Alters.
3. Zum intramaxillären Symmetrievergleich schlägt SCHMUTH ein aus Plexiglas bestehendes "Orthodontisches Visiermeßkreuz" vor. Die auf beiden Oberflächen mit Millimeterrastern versehene 10 mm starke durchsichtige Kunststoffplatte, die den Zahnreihen aufgelegt wird, vermeidet weitgehend paralaktische Fehler. Somit erzielt man eine große Meßgenauigkeit bei der diagnostischen und vergleichenden Modellvermessung in der transversalen und sagittalen Dimension.

4. Mit Hilfe des "dreidimensionalen Zirkels" (KORKHAUS) definiert MARQUARDT aus der Relation Gaumenbreite:Gaumenhöhe den "Gaumenquotienten GQ". Als Meßpunkte der Gaumenbreite gelten die palatinalen Gingivalränder der zweiten Milchmolaren (bzw. zweiten Praemolaren). Ein in der Ebene der transversalen Verbindungslinie auf der Gaumenmitte liegender Punkt ist Meßpunkt für die Gaumenhöhe; diese ergibt sich aus dem Lot vom Meßpunkt auf die transversale Verbindungslinie. MARQUARDT gibt den Standardwert für den "GQ" mit 2,5 an; für den steilen Gaumen gilt ein Wert bis 2,0, für den flachen Gaumen ein Wert über 3,0. Über die Einzelgrößen der Breite und Höhe sagt der Gaumenquotient nichts aus.

5. Auf der Basis des "GQ" untersuchen WEISE und SCHENK regelrechte (normale) Gebisse hinsichtlich des Mittelwertes des "GQ", des Mittelwertes der maximalen Gaumenhöhe sowie der sagittalen Beziehungen des höchsten Punktes des Gaumengewölbes zu den oberen Seitenzähnen. Die maximale Gaumenhöhe vom höchsten Gaumenpunkt in der Raphe-Medianebene zur Kauebene ist mit Hilfe des "zweidimensionalen Meßblattes" nach BERNKLAU zu bestimmen. Dieses besitzt neben einer 2 mm - Netzeinteilung in der Mittellinie zwei senkrechte, der Orientierung auf dem Modell dienende Führungsstifte. WEISE und SCHENK ergänzen das "Meßblatt" nach BERNKLAU mit einem senkrecht beweglichen Meßstift zur Bestimmung der Gaumenhöhe:

- a. Die Gaumenhöhe nimmt während der normalen Gesichts- und Gebißentwicklung bis zum Abschluß des Körperwachstums um durchschnittlich 4 mm zu.
- b. Der Mittelwert des "Gaumenquotienten" verringert sich während der Gesichts- und Gebißentwicklung infolge der wachstumsbedingten Vergrößerung der Gaumenhöhe. Er beträgt nach Abschluß des Zahnwechsels 2,2.

c. Der höchste Punkt des Gaumens liegt zur Zeit des Zahnwechsels meist in Höhe der zweiten Milchmolaren (bzw. Praemolaren). Er verlagert sich bis zum Abschluß des Körperwachstums nach distal zu den ersten Molaren hin.

6. Der "Symmetrograph" nach KORKHAUS bietet die Möglichkeit einer dreidimensionalen Vermessung der Oberkiefermodelle. Die zuverlässige Konstruktion des Gerätes und die präzise Lagerung des Zeichengestänges gestatten eine genaue Erfassung mit gleichzeitiger graphischer Darstellung aller drei Dimensionen. Der Vergleich transversaler, sagittaler und vertikaler Gaumenkurven einer Modellserie gibt somit Aufschluß über die Breiten-, Längen- und Höhenentwicklung des Oberkiefers während der Wachstumsvorgänge und durch kieferorthopädische Behandlungsmaßnahmen:

a. HAUSSER untersuchte anhand von Gaumenkurven die Nachentwicklung der apikalen Basis durch eine kieferorthopädische Behandlung. Grundsätzlich ist, besonders in transversaler Richtung, eine begrenzte Nachentwicklung festzustellen. Zur Wirkung kommen hierbei funktionelle Einflüsse des artikulären Zusammenspiels der Kauflächen während der Kieferdehnung. Eine geringe und intermittierende Krafteinwirkung und jugendliches Alter des Patienten sind als wichtige positive Faktoren für eine Nachentwicklung der apikalen Basis anzusehen.

b. Der Vergleich von Höhenschichtlinien einer Modellreihe, gewonnen mit dem "Symmetrographen" nach KORKHAUS, erlaubt Hinweise auf bestimmte typische Wachstumsmuster der verschiedenen Stellungsanomalien (KREISEL).

Die Vermessungsgenauigkeit des "Symmetrographen" dient zudem vergleichenden Untersuchungen von Ergebnissen verschiedener Behandlungsmethoden einer Stellungsanomalie.

c. FALCK berichtet über die Entwicklung der apikalen Basis nach aktiver und nach funktioneller Behandlung. Die zugehörigen Gaumenkurven erfassen bei seinen Untersuchungen auch

die bukkalen Flächen der Alveolarfortsätze bis zum Übergang in die bewegliche Gingiva des Mundvorhofes. Vermessen werden die transversalen Abstände der ersten oberen Praemolaren und der bukkalen Außenflächen der Alveolarfortsätze in Höhe der apikalen Basis. Es ergeben sich bezüglich der Praemolarenabstände keine signifikanten Unterschiede zwischen den aktiv und den funktionell behandelten Fällen. Auffallend dagegen ist die Breitenzunahme der apikalen Basis; sie beträgt bis zu 21 % nach aktiver und bis zu 75 % nach funktioneller Behandlung.

d. LEBRET vergleicht die Expansion des Gaumengewölbes nach Lingualbogen- und Plattenbehandlung. Er bestätigt die Aussage von KORKHAUS, daß die aktiven Platten die gesamte Gaumenform beeinflussen können, während die Wirkung der Lingualbögen auf den Alveolarfortsatz begrenzt bleibt.

e. SCHWARZE untersucht anhand von Gaumenkurven die Veränderungen des Gebisses während und nach kieferorthopädischer Behandlung. Es werden Nachuntersuchungsergebnisse der mit Extraktionstherapie und der ohne Extraktion behandelten Fälle verglichen.

Veränderungen des Gebisses zwischen Behandlungsabschluß und längerfristiger Nachkontrolle sind bei allen untersuchten Patienten festzustellen, wobei die Ergebnisse der Extraktionstherapie gegenüber den ohne Extraktion behandelten Fällen der gleichen Anomaliengruppe wesentlich dauerhafter sind.

f. STRAUSS untersucht mit Hilfe von Gaumenkurven das Wachstum des Gaumengewölbes während kieferorthopädischer Behandlung von Kieferkompressionen mit frontalem Engstand. Er konnte bei den mit Extraktionstherapie behandelten Fällen eine wesentlich geringere Wachstumszunahme des Gaumens, vorwiegend transversal, aufzeigen.

III. Rezidiv und Nachuntersuchung

Das Problem der Rezidivneigung und der Konstanz von Behandlungsergebnissen längere Zeit nach Behandlungsabschluß hat zahlreiche Autoren zu diesbezüglichen Untersuchungen angeregt:

1. EHMER und GRAF geben Richtlinien systematischer Nachuntersuchungsmethoden an. Es wird eine jährliche Untersuchung über mindestens fünf Jahre nach Behandlungsabschluß empfohlen. In dieser Zeit sind die meisten Veränderungen zu erwarten; als besonders rezidivgefährdet gelten die im Genotypus verankerten Stellungsanomalien. Die Spätergebnisse dieser Untersuchungen ergeben bei der Kieferkompression mit lückiger Protrusion bei 88,9 % der Fälle Rezidivfreiheit und bei 11,1 % ein Vollrezidiv. Die Behandlungsmethode bleibt hierbei unberücksichtigt.

Eine weitere Untersuchung derselben Autoren befürwortet hinsichtlich Ergebnis und Spätergebnis einen frühzeitigen Behandlungsbeginn vor dem 10. Lebensjahr und eine drei- bis fünfjährige Behandlungsdauer. Die Behandlungsmethode hat auf den Behandlungserfolg keinen nennenswerten Einfluß.

2. HAUSSEER mißt ebenfalls einem frühzeitigen Behandlungsbeginn mit allmählicher Kieferumformung sowie einer anschließenden funktionell günstigen Beanspruchung des Kauorgans durch sichere Verzahnung große Bedeutung für ein rezidivfreies Behandlungsergebnis bei.

Zahlreiche andere Autoren setzen allerdings die Rezidivhäufigkeit in direkten Zusammenhang mit der Behandlungsmethode:

3. RINDERER's Nachuntersuchungen der Gaumennahterweiterung bestätigen die Auffassungen von COSTA DEL RIO, DEMISCH, GEHRING, LUNDSTRÖM, REICHENBACH und BRÜCKL, eine transver-

sale Kieferdehnung durch Plattengeräte führe zu Kippungen der belasteten Zähne ohne nennenswerte Erweiterung der apikalen Basis.

Diese Erkenntnisse stehen im Gegensatz zu den Ergebnissen von KORKHAUS und HAUSSER, daß eine Vergrößerung der apikalen Basis auch durch aktive Plattenbehandlung zu erzielen sei.

4. FALCK, PETRIK und RUDOLPH befürworten übereinstimmend aufgrund ihrer Nachuntersuchungsergebnisse den Aktivator für die Klasse II/1-Behandlung, da nach ihrer Ansicht sowohl die Änderung der Bißlage als auch die erreichte Expansion des Gaumens stabil bleibt. HAUSSER hält dagegen die funktionellen Kräfte des Aktivators nur zur Behebung des Distalbisses für geeignet; das Gaumengewölbe werde nur unwesentlich beeinflusst.

5. Kausale Beziehungen zwischen Retentionszeit und Rezidiventwicklung sind nicht gesichert (SCHMUTH). Für ihn sind andere Momente für das Rückfallgeschehen maßgebend: direkte und indirekte Erbeeinflüsse sowie die Zielsetzung der Behandlungsplanung. Die funktionelle Behandlungsweise bietet eine geringere Rezidivgefahr als die aktive Erweiterung der Zahnbögen mit Plattengeräten.

6. BRÜCKL und REIMANN stellen bei etwa 8 % der nachuntersuchten Fälle behandelter Schmalkiefer Rezidive fest. Der stets aufgetretene untere Frontzahnengstand und die Verschlechterung der Okklusion werden den nicht optimal eingestellten Verzahnungsverhältnissen zugerechnet.

7. COSTA DEL RIO und DASS beschränken die Nachuntersuchungen der Kieferkompressionen auf sagittale Veränderungen. COSTA DEL RIO konnte bei 33 % der nachuntersuchten Fälle einen gegenüber dem anfänglichen Behandlungsergebnis un-

veränderten Zustand feststellen. Bei 39,3 % fand er eine Verkürzung (0,5-2 mm) und bei 27,7 % eine Verlängerung des Oberkieferzahnbogens (0,5-1 mm). Übereinstimmend mit PETRIK bestätigt DASS ein weitgehendes Ausbleiben von Rezidiven bei den mit funktionskieferorthopädischen Geräten erzielten Umformungen der Einzelkiefer und der Bißlage bei der Kieferkompression mit lückiger Protrusion. Unveränderte Zahnbogenlängen stellte er bei 37 % der nachuntersuchten Patienten fest, bei 50 % der Fälle verkürzte sich der Oberkieferzahnbogen nach Behandlungsschluß noch um durchschnittlich 1,4 mm. Die beobachtete Verringerung der Zahnbogenbreite um durchschnittlich 1-2 mm führt DASS auf die Mesialverschiebung der Seitenzähne während der Entwicklung der zweiten und dritten Molaren zurück.

C. MATERIAL UND METHODIK

I. Das Untersuchungsmaterial

Für unsere modellanalytischen Untersuchungen wählten wir aus dem kieferorthopädischen Archiv der Universitätszahnklinik Marburg 45 Fälle von Kieferkompressionen mit lückiger Protrusion aus, die ausschließlich mit funktionskieferorthopädischen Geräten behandelt worden waren. Für die Auswahl der Fälle war ein gutes Behandlungsergebnis nach einer 3-4jährigen Behandlungsdauer bestimmend. Von den 45 ausgewählten Fällen konnten 19 Patienten (42,2 %) in einem Zeitraum von 1-9 Jahren nach Behandlungsabschluß nachuntersucht werden. Es standen uns jeweils die Anfangs- und Endmodelle, 19 Nachuntersuchungsmodelle sowie Krankenblatt und Röntgenbefund zur Auswertung zur Verfügung.

II. Das Gaumenfaltenmuster als Bezugssystem

Als Grundlage unserer Untersuchungen dienten mit dem Symmetrographen nach KORKHAUS gewonnene transversale und sagittale Gaumenkurven zur Ausmessung der transversalen (Breite = b), der sagittalen (Länge = l) und der vertikalen (Höhe = h) Dimensionen des Gaumengewölbes. Der Vergleich der Anfangs- und Endbefunde eines jeden Falles erforderte die Bestimmung unveränderlicher, auf allen Modellen des jeweiligen Falles übereinstimmender Bezugspunkte: wir nutzten hierzu das typische Reliefmuster der Gaumenfalten an der Gaumenschleimhaut. Mit dem Durchbruch der Milchzähne kann man sagittale Lagebeziehungen der Gaumenfalten zu den umgebenden Zähnen festlegen. Sie bleiben während der ganzen Nutzperiode des Milchgebisses unverändert erhalten (KARWETZKY). In diesem Zeitraum wirksame Wachstumsimpulse beeinflussen bei vollständigem Milchzahnbestand gleichermaßen den Oberkieferkörper und den Alveolarfortsatz. Sagittale Verschiebungen der Zähne längs des Zahnbogens beeinflussen die Anordnung und die Zahl der Gaumenfalten nicht. Vor allem bleiben die Ansatzpunkte an der Raphe mediana des Gaumens und das typische Gaumenfaltenmuster bestehen (KARWETZKY, HAUSSER). Die freien Enden folgen allerdings sagittalen Zahnbewegungen in einem geringen Ausmaß. KORKHAUS und HAUSSER konnten zudem am Fernröntgenbild bestätigen, daß der knöcherne Gaumen im Bereich der Raphe mediana vom Ansatzpunkt des zweiten Gaumenfaltenpaares nach dorsal relativ formstabil bleibt und vom Wachstum nicht beeinflußt wird.

Basierend auf diesen Erkenntnissen definierte KREISEL zur vergleichenden Auswertung von Gaumenkurven unveränderliche Bezugspunkte auf der Raphe mediana, die wir für unsere Untersuchungen übernommen haben. (Abb. 3)

- P_0 : Die höchste Erhebung der Papilla incisiva
- P_1 : Ansatzpunkt des frontalen ersten Gaumenfalten-
paares an der Raphe mediana
- P_X : Ansatzpunkt des zweiten Gaumenfaltenpaares an
der Raphe mediana
- P_2 : Hilfsbezugspunkt 15 mm dorsal von P_X auf der
Raphe mediana
- P_3 : Schnittpunkt der Raphe mediana mit der transver-
salen Verbindungslinie der Distalflächen der
ersten Molaren

Das Einzeichnen dieser Bezugspunkte auf allen untersuchten
Modellen stellt als vorbereitende Maßnahme den ersten
Schritt zur Anfertigung der Gaumenkurven dar.

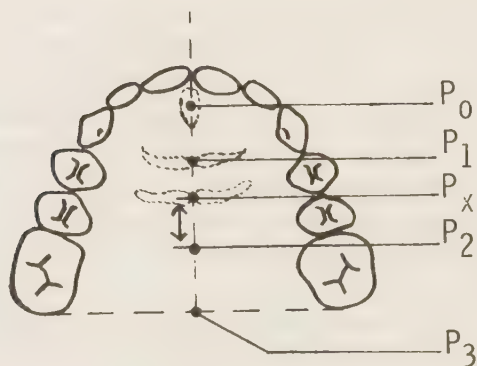


Abb. 3 : Schematische Darstellung der auf dem Modell
eingezeichneten Bezugspunkte

III. Das Meßgerät

Wegen der genannten Vorteile der dreidimensionalen Modellvermessung wählten wir für unsere Untersuchungen als Vermessungsgerät den "Symmetrographen" nach KORKHAUS (Abb. 4). Das Gerät wird von der Firma Seitz & Haag (Gießen) auf Anregung der Universitätszahnklinik Köln in einer verbesserten Ausführung hergestellt. Es besteht aus einem horizontalen Meßtisch (MT) mit einer runden, um ihre vertikale Achse drehbaren Arbeitsplatte (P) zur Justierung des zu vermessen-
den Modelles. Über dem Meßtisch befindet sich eine zur Meßtischebene parallel verschiebbliche Brücke (B). Diese trägt einen ebenfalls horizontal beweglichen, mit einem vertikal verschiebbaren Meßstift versehenen Schlitten (S). Parallel zur Meßtischebene ist an dem Meßstift eine Kunststoffplatte mit Millimeter-Netzeinteilung (Orthometerkreuz aus dem Orthodontisch-Diagnostischen Besteck nach KORKHAUS) als Modell-Justierhilfe befestigt (STRAUSS).

IV. Das Justieren der Modelle

Da das Zeichengestänge (ZG) des Symmetrographen auf die Horizontalebene des Meßtisches ausgerichtet ist, sind die Modelle ebenfalls mit ihrer Okklusionsebene parallel zur Meßtischebene einzustellen. Die mit ihrer Sockel-Basis auf dem Meßtisch stehenden Modelle werden mittels plastischer Knetmasse derart horizontal ausgerichtet, daß die Schneidekanten der mittleren Schneidezähne und die mesiobukkalen Höcker der ersten Molaren die horizontale Justierhilfe des vertikalen Meßstiftes tangieren (Abb. 5). Dieses Verfahren der Parallelausrichtung der Okklusionsebene zur Meßtischebene erspart uns das langwierige horizontale Einsockeln der einzelnen Modelle. Abschließend wird die sagittale Mittellinie des justierten Modelles (Raphe-mediana-Linie) durch Drehung der in den Meßtisch eingelassenen Arbeitsplatte zur Mittellinie des Meßtisches ausgerichtet und die Arbeitsplatte in dieser Stellung arretiert.

Abb. 4a + b : Der Symmetrograph nach KORKHAUS

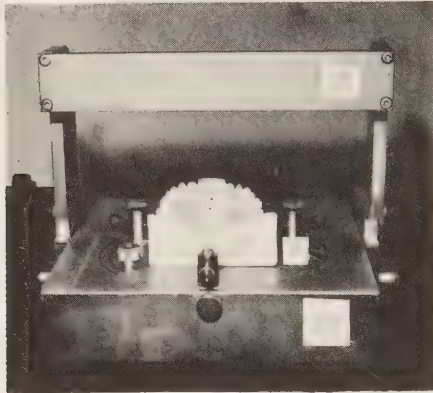


Abb. 4a : Der Meßtisch (MT) mit senkrecht stehender Brücke (B) und einem Modell (M) auf der drehbaren Arbeitsplatte (P)

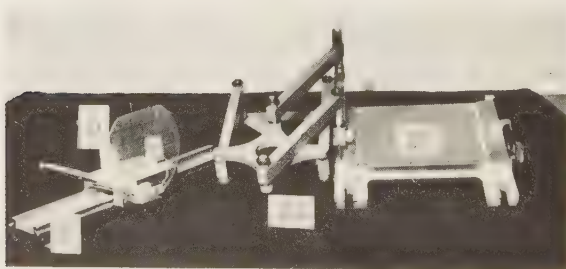


Abb. 4b : Links: Der auswechselbare Schlitten (S) mit Orthometerkreuz (O) und Meßstift (MS); rechts: Zeichentisch (ZT) mit Zeichenge- stänge (ZG)

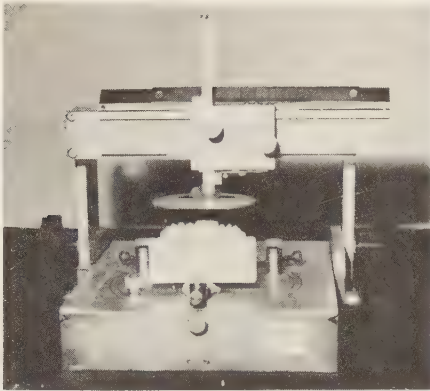


Abb. 5 : Das Justieren des zu vermessenden Modells auf dem Meßtisch (MT)

V. Das Zeichnen der Gaumenkurven

Der Schlitten mit der Justiereinrichtung und dem Meßstift wird nun gegen den Zeichentisch (ZT) mit dem Zeichengestänge (ZG) ausgewechselt (Abb. 6). Am unteren Ende des Zeichengestänges befindet sich ein Abtaststift (AS), am oberen Ende der Zeichenstift (ZS). Verfolgt man mit dem Abtaststift die darzustellenden Konturen des Modells, so werden diese über das Gestänge und den Zeichenstift auf die Papierbespannung des Zeichentisches übertragen.

Von jedem Oberkiefermodell stellen wir die Profile verschiedener Schnittebenen als Gaumenkurvenzeichnungen dar:

1. Transversale Gaumenkurven

Diese erfassen bei senkrechter Stellung der Brücke und des Zeichentisches zur Meßtischenebene in zwei senkrecht zur Raphe mediana verlaufenden transversalen Ebenen durch die okklusalen Zentren der oberen ersten Praemolaren und durch die Mittelfissur der ersten oberen Molaren das jeweils zugehörige Profil des Gaumengewölbes (Abb. 7; 8).

Abb. 6a + b : Das Zeichnen der Gaumenkurven

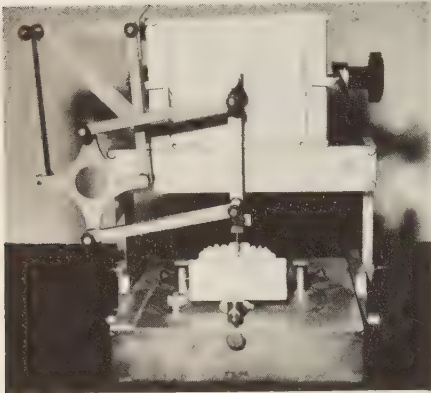


Abb. 6a : Meßgerät mit senkrecht stehender Brücke (B) zum Zeichnen der transversalen Gaumenkurven

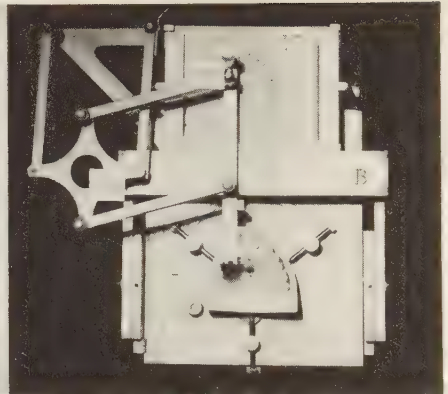


Abb. 6b : Meßgerät mit umgeklappter, horizontal liegender Brücke (B) zum Zeichnen der sagittalen Gaumenkurven

2. Sagittale Gaumenkurven

Die Darstellung der sagittalen Gaumenkonturen erfordert ein Umklappen der über dem Meßtisch stehenden Brücke mitsamt Zeichengestänge und -tisch um 90° parallel zur Meßtischebene. Der Taststift wird entlang der palatinalen Gingivalränder des Oberkieferzahnbogens geführt, wobei wir die ersten Molaren in ihrer gesamten gingivalen Umgrenzung darstellen. Gleichzeitig wird der auf dem Modell markierte Bezugspunkt P_X auf die Zeichnung übertragen. (Abb. 9).



Ausgangsbefund



Nachuntersuchung



Schlußbefund

Abb. 7 :
Transversalkurven 15 ; 25 bei
Behandlungsbeginn
Behandlungsende
Nachuntersuchung



Ausgangsbefund



Nachuntersuchung

Abb. 8 :
Transversalkurven 16 ; 26 bei
Behandlungsbeginn
Behandlungsende
Nachuntersuchung



Schlußbefund



Ausgangsbefund



Nachuntersuchung



Schlußbefund

Abb. 9 :
Sagittale Gaumenkurven bei
Behandlungsbeginn
Behandlungsende
Nachuntersuchung

VI. Die Auswertung der Gaumenkurven

Von den Anfangs-, Schluß- und gegebenenfalls Nachuntersuchungsmodellen eines Behandlungsfalles fertigten wir von beiden Zeichenebenen jeweils drei Gaumenkurven an und errechneten aus den wiederum jeweils dreimaligen Transversal-, Sagittal- und Vertikal-Einzelmessungen die zugehörigen Mittelwerte der beiden Meßebenen. Zu unseren Messungen benutzten wir das auf die Gaumenkurven aufgelegte transparente "Orthometerkreuz" mit 1 mm - Netzeinteilung nach KORKHAUS, wobei die Zehntelmillimeter abgeschätzt wurden.

1. Bestimmung der Transversalwerte

Die transversalen Strecken der Gaumenbreite (b) ergeben sich aus den Abständen der palatinalen Gingivalränder der Zähne

Abb. 10a + b : Transversale Gaumenkurven zur Bestimmung der Gaumenbreiten und Gaumenhöhen

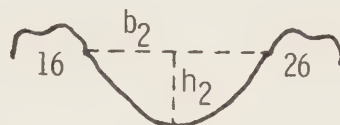


Abb. 10a :
Transversalkurve zur Bestimmung von h_1 und b_1

Abb. 10b :
Transversalkurve zur Bestimmung von h_2 und b_2

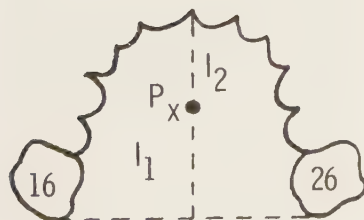


Abb. 11 :
Sagittale Gaumenkurve zur Bestimmung der Gaumenlängen

15 und 25 (vordere Gaumenbreite b_1) und der Zähne 16 und 26 (hintere Gaumenbreite b_2) bei der Vermessung der transversalen Gaumenkurven (Abb. 10).

2. Bestimmung der Vertikalwerte

Die vertikalen Meßwerte der Gaumenhöhe (h) ermitteln wir ebenfalls aus den transversalen Gaumenkurven: Das "Orthometerkreuz" markiert bei der Bestimmung der Transversalwerte zugleich die zugehörigen höchsten Punkte des Gaumendaches. Die Senkrechte vom höchsten Punkt des Gaumengewölbes in der Ebene und auf die Strecke b_1 entspricht der vorderen Gaumenhöhe (h_1), (vgl. Abb. 10), die Senkrechte in der Ebene und auf die Strecke b_2 ergibt die hintere Gaumenhöhe (h_2).

3. Bestimmung der Sagittalwerte

Die Sagittalwerte der Gaumenlänge (L) ermitteln wir auf den sagittalen Umrißzeichnungen, indem wir in der Ebene der Gaumenmittellinie die Senkrechte von der transversalen distalen Verbindungslinie der ersten Molaren zum Gingivalrand zwischen den Zähnen 11 und 21 vermessen. Diese Strecke entspricht der Gesamtlänge des Oberkiefers (L_1). Der Abstand des unveränderlichen, am Modell markierten Bezugspunktes P_X zum Gingivalrand von 11 und 21 ergibt den anterioren Anteil der Gesamtlänge (vordere Gaumenlänge L_2) (Abb. 11).

D. ERGEBNISSE

Die Fragestellung dieser Arbeit richtet sich auf die Erfassung der Wachstumsveränderungen des Oberkiefers bei insgesamt 45 Fällen funktionskieferorthopädisch behandelter Kieferkompressionen mit lückiger Protrusion.

Ein Vergleich dreidimensionaler Gaumenkurven der Ausgangs- und Abschlußbefunde eines jeden Behandlungsfalles auf der

Basis unveränderlicher Gaumenfaltenbezugspunkte gibt uns Aufschluß über die Längen-, Breiten- und Höhenveränderungen des Oberkiefers während der Behandlung. Zusätzliche, nach derselben Methodik vorgenommene Nachuntersuchungen bei 19 dieser Fälle (ca. 42 %) stellen die dreidimensionalen Meßbefunde zum Zeitpunkt des Behandlungsabschlusses und zum Nachuntersuchungszeitpunkt gegenüber. Sie erlauben, verglichen mit den Anfangsbefunden, Aussagen über weitere posttherapeutische Veränderungen des Oberkiefers.

Wegen der unterschiedlichen Zeitabstände zwischen Behandlungsabschluß und Nachuntersuchungszeitpunkt teilten wir zwei Fallgruppen ein:

Gruppe I : Nachuntersuchung von 12 Fällen in einem Zeitraum von 1-4 Jahren nach Behandlungsabschluß;

Gruppe II : Nachuntersuchung von 7 Fällen in einem Zeitraum von 4-9 Jahren nach Behandlungsabschluß.

I. Das Berechnungsverfahren (STRAUSS)

Die mit dem "Symmetrographen" nach KORKHAUS von den einzelnen Kiefermodellen gewonnenen Gaumenkurven erlauben hinsichtlich der im Untersuchungszeitraum stattgefundenen Wachstumsveränderungen des Oberkiefers in der Länge, der Breite und der Höhe folgende Aussagen:

1. Das absolute Wachstum errechnet sich aus den jeweiligen Anfangswerten (a) und Endwerten (e) der dreidimensionalen Vermessungen:

$$\text{Absolutes Wachstum (A)} = e - a$$

Diese Werte sind allerdings für v e r g l e i c h e n d e Darstellungen von Wachstumsveränderungen ungeeignet.

2. Das relative Wachstum ergibt sich als direkt vergleichbare Größe für jede Dimension aus dem absoluten Wachstum (e - a), bezogen auf den Anfangswert (a) (Tab. 1, S.)

$$\text{Relatives Wachstum (R)} = \frac{e - a}{a}$$

3. Die Häufigkeitsverteilung des relativen Wachstums in den drei Dimensionen läßt sich mit einer Übertragung der Werte des relativen Wachstums in graphische Darstellungen verdeutlichen. Es wird dabei eine Einteilung in gleich große Klassenbreiten (0,05) vorgenommen (vgl. Abb. 12-17).

4. Der Erwartungswert, der den Schwerpunkt der Häufigkeitsverteilung des relativen Wachstums kennzeichnet, errechnet sich folgendermaßen:

$$\text{Erwartungswert (E)} = \frac{\sum (r \cdot h)}{\sum h}$$

Σ = Summe

r = relatives Wachstum

h = Häufigkeit des relativen Wachstums

II. Die Einzelergebnisse

Anhand der errechneten Wachstumswerte (vgl. Anhang), der graphischen Darstellungen und der Erwartungswerte der Häufigkeit des relativen Wachstums sind folgende Ergebnisse festzustellen:

1. Transversale Veränderungen (vgl. Abb. 12; 13)

- a. Aus den graphischen Darstellungen und den errechneten Erwartungswerten wird eine Breitenzunahme des Oberkiefers während der kieferorthopädischen Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Geräten ersichtlich (Abb. 12a + 13a). Für beide Transversalmeßstrecken ergeben sich bei Behandlungsende ähnliche Größenordnungen:

Meßstrecke b_1 (15-25) : + 0,103 = 10,3 % Breitenzunahme

Meßstrecke b_2 (16-26) : + 0,092 = 9,2 % Breitenzunahme

- b. Die Nachuntersuchungen erbringen eine Breitenabnahme des Oberkiefers:

Bei Gruppe I (1-4 Jahre nach Behandlungsabschluß) ist eine Verringerung der Oberkieferbreite vom Behandlungsabschluß bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung festzustellen (vgl. Abb. 12b + 13b):

Meßstrecke b_1 (15-25) : $- 0,0084 = 0,8 \%$ Breitenabnahme

Meßstrecke b_2 (16-26) : $- 0,025 = 2,5 \%$ Breitenabnahme

Bei Gruppe II (5-9 Jahre nach Behandlungsabschluß) ist eine geringere Abnahme der Oberkieferbreite im Bereich der Meßstrecke b_2 während des Nachuntersuchungszeitraumes festzustellen (Abb. 12c + 13c):

Meßstrecke b_1 (15-25) : unverändert gegenüber Behandlungsabschluß

Meßstrecke b_2 (16-26) : $- 0,0143 = 1,4 \%$ Breitenabnahme

Abb. 12 a-c : Graphische Darstellungen der Häufigkeits-
verteilung (h) des relativen Wachstums (r)

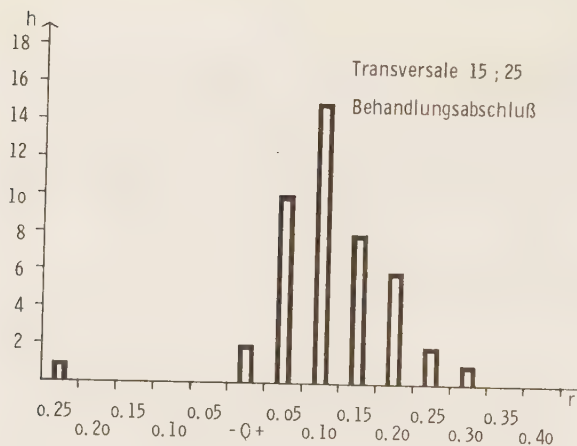


Abb. 12 a

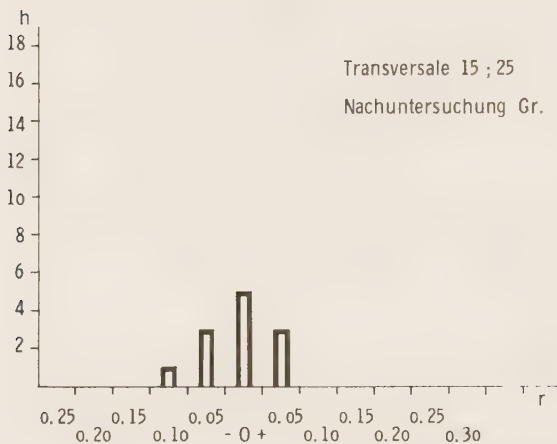


Abb. 12 b

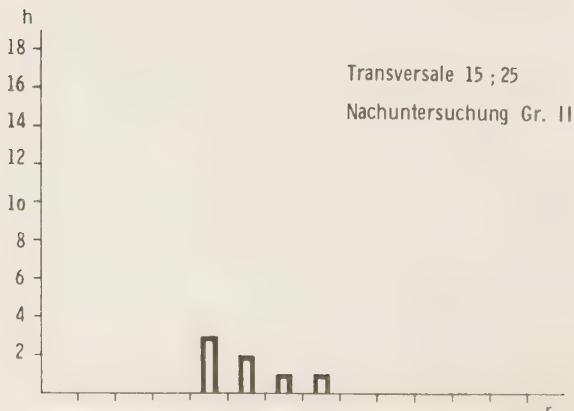


Abb. 12 c

Abb. 13 a-c : Graphische Darstellungen der Häufigkeits-
verteilung (h) des relativen Wachstums (r)

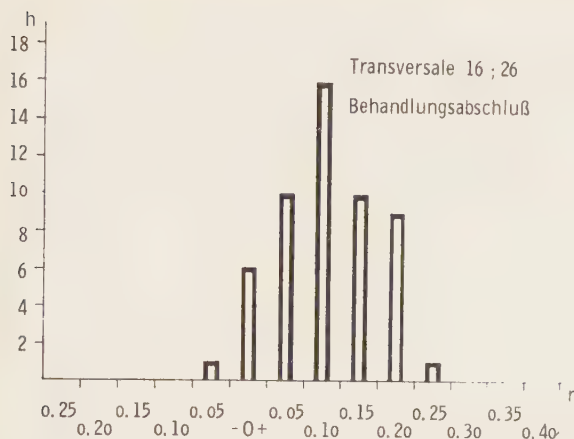


Abb. 13 a

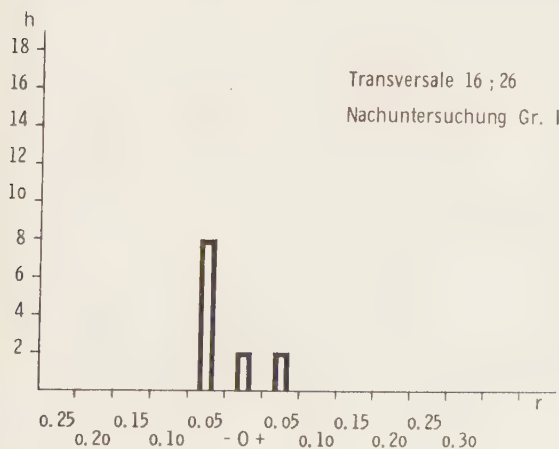


Abb. 13 b

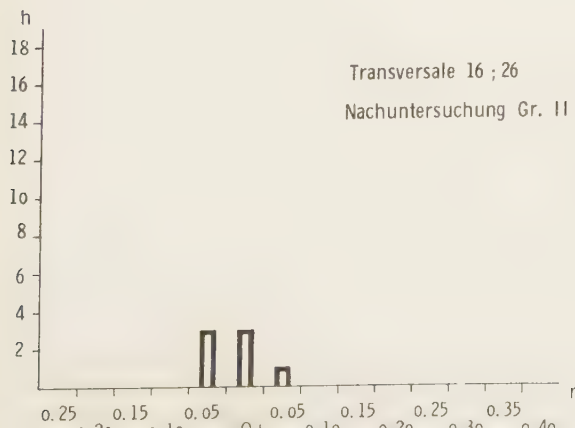


Abb. 13 c

2. Vertikale Veränderungen (vgl. Abb. 14; 15)

- a. Während des Zeitraumes kieferorthopädischer Behandlung ist eine ausgeprägte Vertikalentwicklung mit Höhenzunahme des Gaumengewölbes festzustellen, wobei sich für die (Abb. 14a + 15a) beiden vertikalen Meßstrecken folgende Erwartungswerte errechnen ließen:

Meßstrecke h_1 (15-25) : + 0,119 = 11,9 % Höhenzunahme

Meßstrecke h_2 (16-26) : + 0,212 = 21,2 % Höhenzunahme

- b. Die Nachuntersuchungen erweisen eine langfristige, weitere Höhenzunahme des Gaumengewölbes (vgl. Abb. 14b + 15b):

Gruppe I (1-4 Jahre nach Behandlungsabschluß):

Meßstrecke h_1 (15-25) : - 0,004 = 0,4 % Höhenabnahme

Meßstrecke h_2 (16-26) : + 0,046 = 4,6 % Höhenzunahme

Gruppe II (5-9 Jahre nach Behandlungsabschluß)
(vgl. Abb. 14c + 15c)

Meßstrecke h_1 (15-25) : + 0,014 = 1,4 % Höhenzunahme

Meßstrecke h_2 (16-26) : + 0,078 = 7,8 % Höhenzunahme

Abb. 14 a-c : Graphische Darstellungen der Häufigkeits-
verteilung (h) des relativen Wachstums (r)

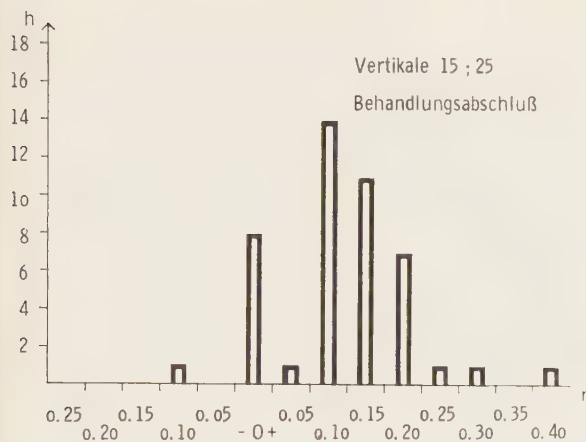


Abb. 14 a

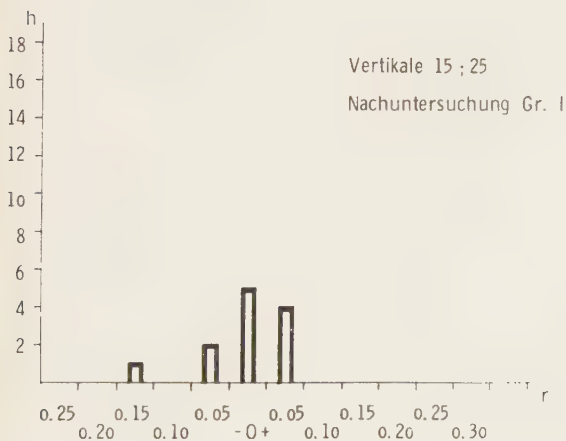


Abb. 14 b

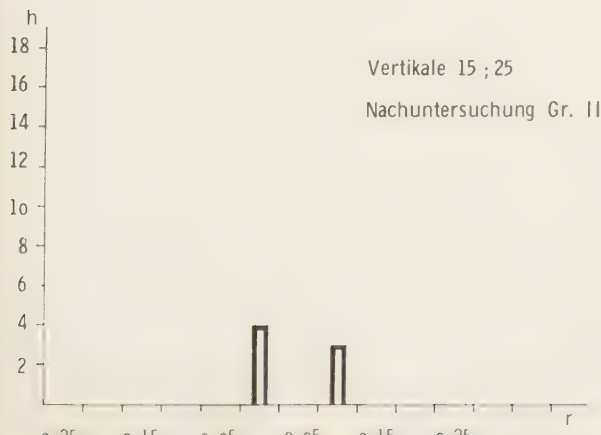


Abb. 14 c

Abb. 15 a-c : Graphische Darstellungen der Häufigkeits-
verteilung (h) des relativen Wachstums (r)

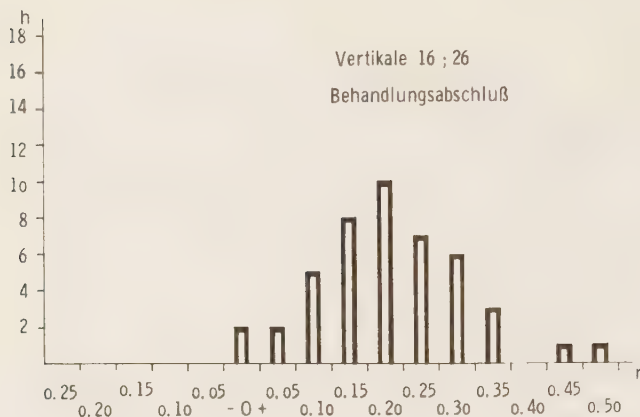


Abb. 15 a

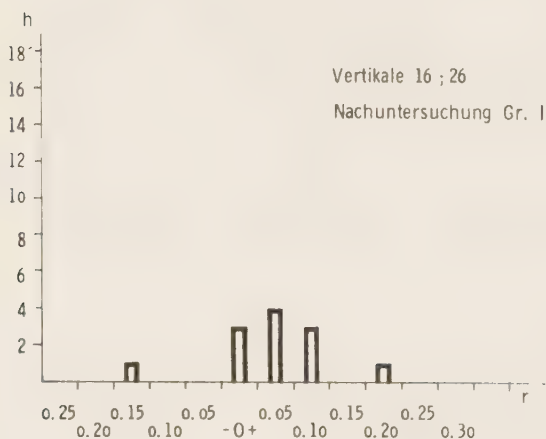


Abb. 15 b



Abb. 15 c

3. Sagittale Veränderungen (vgl. Abb. 16; 17)

- a. Während des Zeitraumes kieferorthopädischer Behandlung zeichnet sich eine Längenabnahme des Oberkiefers ab. Diese Verkürzung des Oberkieferzahnbogens ist sowohl für die Gesamtlänge des Oberkiefers (L_1) als auch für die anteriore Teilmeßstrecke (L_2) aus den Erwartungswerten ersichtlich (vgl. Abb. 16a + 17a):

Meßstrecke L_1 : - 0,088 = 8,8 % Längenabnahme

Meßstrecke L_2 : - 0,079 = 7,9 % Längenabnahme

- b. Die Nachuntersuchungen ergeben trotz weiteren Wachstums des Oberkiefers nach Behandlungsabschluß eine Abnahme der Gesamtlänge (L_1) bei gleichzeitiger Längenzunahme des anterioren Kieferabschnittes (L_2):

Gruppe I (1-4 Jahre nach Behandlungsabschluß)
(vgl. Abb. 16b + 17b)

Meßstrecke L_1 : - 0,025 = 2,5 % Längenabnahme

Meßstrecke L_2 : + 0,021 = 2,1 % Längenzunahme

Gruppe II (5-9 Jahre nach Behandlungsabschluß)
(vgl. Abb. 16c + 17c)

Meßstrecke L_1 : - 0,0285 = 2,8 % Längenabnahme

Meßstrecke L_2 : + 0,036 = 3,6 % Längenzunahme.

Abb. 16 a-c : Graphische Darstellungen der Häufigkeits-
verteilung (h) des relativen Wachstums (r)

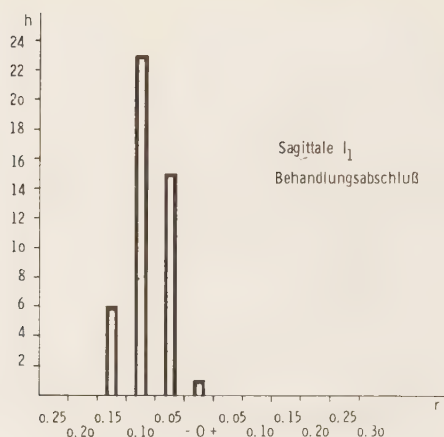


Abb. 16 a

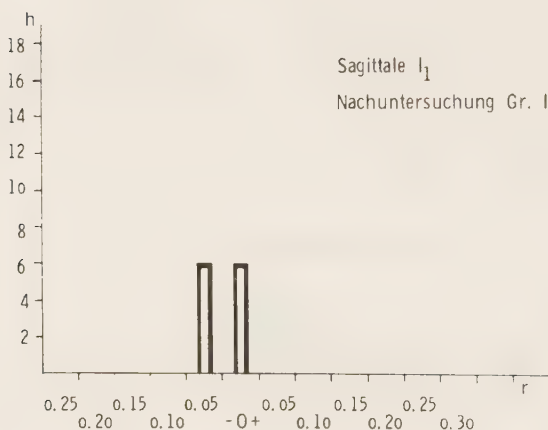


Abb. 16 b

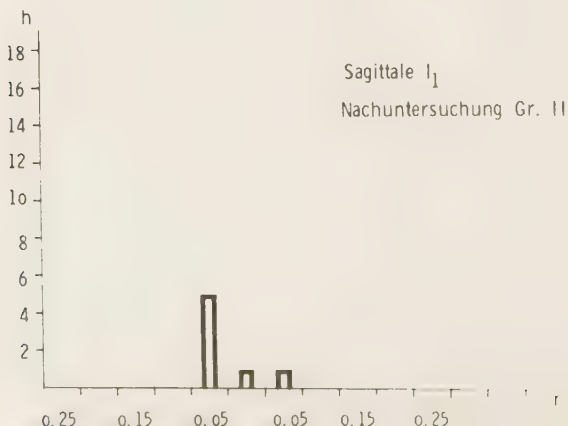


Abb. 16 c

Abb. 17 a-c : Graphische Darstellungen der Häufigkeitsverteilung (h) des relativen Wachstums (r)

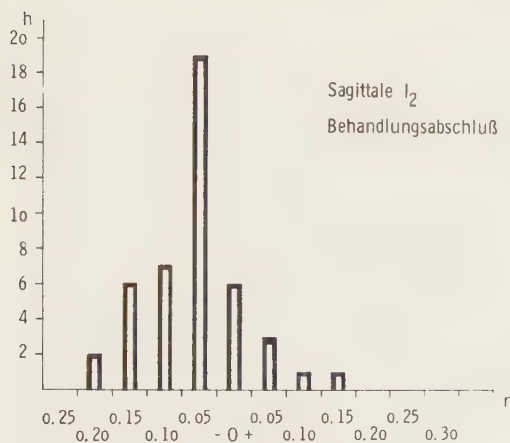


Abb. 17 a

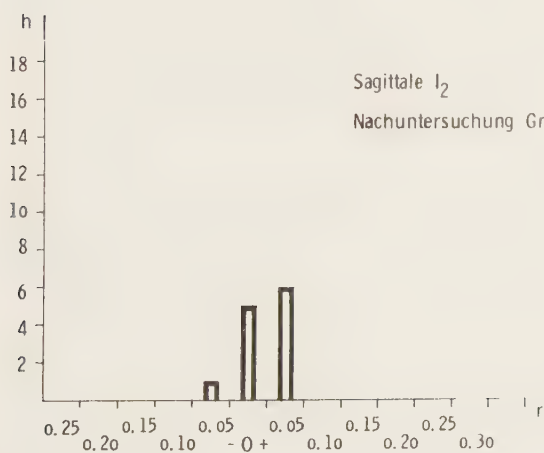


Abb. 17 b

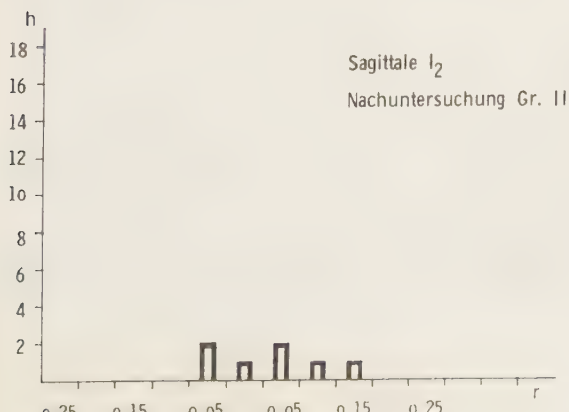


Abb. 17 c

E. DISKUSSION

Im Verlaufe einer jeden kieferorthopädischen Behandlung, die meistens in den Zeitraum des Zahnwechsels und damit in eine der aktiven Wachstumsphasen des Gebisses und des Körpers fällt, sind Größenveränderungen der Kiefer zu beobachten. Die Wachstumsveränderungen der Kiefer vollziehen sich in drei Dimensionen, dabei greifen physiologische Wachstumsprozesse und durch iatrogene Impulse ausgelöste Vorgänge untrennbar ineinander.

Die Fragestellung unserer Arbeit gilt den gesamten Größenveränderungen des Oberkiefers während und nach der kieferorthopädischen Behandlung. Untersucht wurden hier Kieferkompressionen mit lückiger Protrusion, die ausschließlich mit funktionskieferorthopädischen Geräten (Aktivator nach ANDRESEN und HÄUPL) behandelt worden waren.

Seit jeher werden die Möglichkeiten und Wirkungen der Kieferumformung vielfach diskutiert. Nachdem man lange Zeit Erweiterungen der Zahnbögen mit mehr oder weniger radikal-aktiven, unphysiologischen Kräften durchgeführt hatte, konzipierten ANDRESEN und HÄUPL 1938 das funktionskieferorthopädische Behandlungssystem. Diese Behandlungsmethode des geweblichen Umbaues basiert auf muskelphysiologischen Gesetzen und Wirkungsmechanismen. Das lose im Munde liegende Behandlungsgerät löst Impulse der Kau- und mimischen Muskulatur aus, die über das Gerät wiederum auf die Zähne, den Zahnhalteapparat und die Knochenstrukturen der Kiefer im Sinne der als Behandlungsziel angestrebten Veränderungen einwirken. So lassen sich in physiologischen Grenzen über Anbau- und Abbauvorgänge gezielte Zahnbewegungen und Umformungen der Kiefer erreichen. Aufgrund der physiologisch dosierten Kräfte schließen ANDRESEN und HÄUPL Rezidive der beseitigten Stellungsanomalien völlig aus. Ebenso erachten KORKHAUS, PETRIK, SCHMUTH u.a. die mit funktionskieferorthopä-

pädischen Behandlungsmaßnahmen erreichten Behandlungsergebnisse als stabil, sie halten dabei eine geringe, für die Funktion des Gebisses unwesentliche Rezidivneigung aber für möglich.

Zur Darstellung der Behandlungserfolge und der Rezidivneigung werteten wir dreidimensionale, von den entsprechenden Oberkiefermodellen gewonnene Gaumenkurven aus. Zur Modellvermessung diente der zuerst von KORKHAUS angegebene "Symmetrograph". Dieses Modellvermessungsgerät ist wegen seiner äußerst genauen Meßergebnisse bei einfacher Handhabung hervorragend zum Studium von Wachstumsveränderungen der Kiefer geeignet.

Die Auswertung unserer graphischen und rechnerischen Ergebnisse verdeutlicht:

I. Transversale Veränderungen

Während der Behandlungszeit ist eine wesentliche Breitenzunahme des Oberkiefers festzustellen. Die Nachuntersuchungen ergeben dagegen eine gewisse Breitenabnahme des Oberkiefers nach Abschluß der Behandlung, d.h. nach dem Absetzen des Behandlungsgerätes und nach Abschluß der Retentionszeit. Die etwas größere Breitenabnahme bei der Nachuntersuchungsgruppe I, festgestellt 1-4 Jahre nach Behandlungsende, deutet zunächst auf ein Rezidiv der Kieferkompression hin. Die vergleichsweise geringere Breitenabnahme der Nachuntersuchungsgruppe II, festgestellt 4-9 Jahre nach Behandlungsende, kann dagegen als Kompensation der anfänglichen Rezidivbildung verstanden werden. Die Breitenabnahme des Oberkiefers nach Behandlungsabschluß überlagert sich dabei mit einer Breitenzunahme aufgrund physiologischer Wachstumsvorgänge während des allgemeinen Körperwachstums.

Übereinstimmend mit unseren Untersuchungen wurde eine geringe Breitenabnahme u.a. von DASS und STAHL als Nachunter-

suchungsergebnis angegeben, aber nicht als Rezidiv im Sinne eines Rückfalles der anfänglichen Stellungsanomalie bewertet.

Aufgrund unserer Modellanalysen konnten wir ebenfalls bei den Nachuntersuchungen keine sich erneut eingestellte Beeinträchtigung der Kaufunktion oder ein Wiederauftreten der Stellungsanomalie nach Abschluß der funktionskieferorthopädischen Behandlung feststellen. Es handelt sich bei der Breitenabnahme wohl eher um bald nach Behandlungsabschluß einsetzende Veränderungen zur Anpassung der Zähne und Kiefer an ein individuelles Funktionsoptimum aus Okklusion, Gelenkfunktion, Muskelgleichgewicht und Kaugewohnheiten.

II. Vertikale Veränderungen

Bemerkenswert erscheint hier die erhebliche Höhenzunahme des Gaumens, vor allem im Bereich der ersten Molaren. Dieser Höhenzuwachs kommt mit dem Behandlungsabschluß nicht zum Stillstand, sondern er setzt sich nach unseren Befunden aus beiden Nachuntersuchungsgruppen auch weiterhin fort. Diese Ergebnisse korrelieren mit den Aussagen von WEISE und SCHENK. Ihnen zufolge nimmt die Gaumenhöhe vom Wechselgebiß bis zum Abschluß des Zahnwechsels mehr zu als die Gaumenbreite; die maximale Gaumenhöhe liegt zunächst im Wechselgebiß im Raum der zweiten Milchmolaren, sie verschiebt sich bis zum Abschluß des Körperwachstums dorsal in Richtung der ersten Molaren.

DASS, MÜLLER, RINDERER und SCHWARZE beobachten ebenfalls eine erhebliche Vertikalentwicklung besonders im Bereich der ersten Molaren, während DERICHSWEILER und KORKHAUS von einer behandlungsbedingten Senkung des Gaumendaches sprechen. HAUENSTEIN sieht die besondere Höhenentwicklung des Gaumengewölbes in den physiologischen Entwicklungsvorgängen des Gesichtsskeletts begründet, wobei ein gegenüber dem

Transversalwachstum verstärktes Vertikalwachstum festzustellen ist. Nach unseren Ergebnissen übersteigt die Höhenentwicklung des Gaumens ebenfalls seine Breitenentwicklung, sowohl während der eigentlichen Behandlungszeit als auch während der Nachuntersuchungszeiträume bis zum Abschluß des allgemeinen Körperwachstums.

III. Sagittale Veränderungen

Die Auswertung der sagittalen Gaumenkurven ergibt zum Behandlungsabschluß eine Längenabnahme des Oberkiefers in seiner Gesamtlänge und in seinem anterioren Abschnitt. Diese sagittalen Veränderungen erscheinen uns in erster Linie behandlungsbedingt zu sein. In diesem Zusammenhang ist eine Arbeit von FREUNTHALLER erwähnenswert, der bei einer Gruppe u n b e h a n d e l t e r Protrusionen in einem Zeitraum von zwei Jahren keine auf Wachstumsvorgängen beruhende, spontane Besserung der Protrusion feststellen konnte.

Die bei unseren Modellvermessungen beobachtete Längenabnahme des Oberkiefers setzt sich über den Zeitpunkt des Behandlungsabschlusses hinaus fort. Wir deuten dieses Phänomen als weitere Einwirkung geänderter kaufunktionaler Verhältnisse und der in Funktion und Tonus umgestellten mimischen Muskulatur (Lippenschluß) auf die Frontzähne bis zur Einstellung eines stabilen Gleichgewichtes im Kausystem. In dieser Hinsicht stimmen unsere Befunde auch mit den Angaben von COSTA DEL RIO und DASS überein, die bei Nachuntersuchungen funktionskieferorthopädisch behandelter Schmalkiefer mit Protrusion bei 39 % bzw. 50 % der Fälle eine weitere Verkürzung des Oberkieferzahnbogens feststellten.

Bei der Beurteilung solch günstiger Behandlungsergebnisse bezüglich der Längenabnahme des Oberkiefers ist darauf hinzuweisen, daß sich die Gesamtlänge des Gaumens (L_1) während

der Behandlungsphase mehr verringert als die anteriore Teilstrecke (L_2) von P_X zur Papilla incisiva. In Übereinstimmung mit STRAUSS sehen wir die Ursache dieser Unterschiede in einer geringfügigen Dorsalverschiebung des Bezugspunktes P_X infolge des nach dorsal gerichteten Höhenwachstums des Gaumendaches. Dies bedeutet, daß bei der Längenänderung des Oberkiefers vertikale und sagittale Komponenten zusammenwirken.

Die sagittalen Auswertungen beider Nachuntersuchungsgruppen zeigen eine Längenzunahme der anterioren Teilstrecken (L_2) bei gleichzeitiger weiterer Längenabnahme der Gesamtlänge (L_1) des Oberkiefers. Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu den Befunden vom Behandlungsende, die eine Verkürzung beider Meßstrecken in unterschiedlichem Ausmaß ergeben. Eine solche Diskrepanz der Meßwerte erklärt sich aus einer nochmaligen Dorsalverschiebung des Bezugspunktes P_X infolge einer verstärkten Vertikalentwicklung des Gaumengewölbes. Auf diese erheblichen vertikalen Wachstumsvorgänge, die wir bei der Modellvermessung feststellten, wurde im Rahmen der vertikalen Veränderungen bereits hingewiesen.

Insgesamt erbrachten unsere Untersuchungen mit Hilfe der dreidimensionalen Gaumenvermessung eine erhebliche Breiten-, Längen- und Höhenzunahme des Gaumengewölbes während der kieferorthopädischen Behandlung der Kieferkompression mit lückiger Protrusion mit dem Aktivator. Bei den ermittelten Werten der Breiten- und Höhenzunahme überlagern sich sicher physiologische und durch die Therapie induzierte Wachstumsvorgänge. Die sagittalen Veränderungen sind mehr dem Behandlungsverfahren zuzuschreiben. Stets ist durch die funktionskieferorthopädische Behandlung eine wesentliche Besserung oder die Beseitigung der Stellungsanomalie eingetreten. Nach den Ergebnissen unserer Nachuntersuchungen weist sie nur eine geringe Rezidivneigung auf. Weitere Wachstumsvorgänge bis zum Abschluß des allgemeinen Körperwachstums werden keinesfalls negativ beeinflusst, sondern eher begünstigt.

F. ZUSAMMENFASSUNG

Diese Arbeit zeigt die räumlichen Veränderungen des Gaumengewölbes, die sich während und nach einer funktionskieferorthopädischen Behandlung der Kieferkompression mit lückiger Protrusion vollziehen. Ferner werden durch Nachuntersuchungen Aussagen über die Stabilität der Behandlungsergebnisse gemacht. 45 Fälle unseres Patientengutes dieser Anomalie wurden von uns eingehend überprüft. Für die Auswahl war ein nach drei bis vier Jahren erreichtes funktionell und kosmetisch gutes Behandlungsergebnis bestimmend. 19 dieser Patienten (42,2 %) konnten in einem Zeitraum von 1-9 Jahren nach Abschluß der Behandlung nachuntersucht werden.

Für diese Untersuchungen fertigten wir mit dem Symmetrographen nach KORKHAUS, der eine präzise dreidimensionale Vermessung von Gipsabgüssen erlaubt, Gaumenkurven der transversalen, vertikalen und sagittalen Dimensionen an. Wir verglichen dann anhand der Gaumenkurven die sich ergebenden Meßwerte der jeweiligen Dimension bei Anfangs- und Schlußmodellen, ferner bei Schluß- und Nachuntersuchungsmodellen.

Transversal:

Wir beobachteten eine erhebliche Breitenzunahme des Oberkiefers während der Behandlungszeit. Die Nachuntersuchungen im Zeitraum von 1-4 Jahren nach Behandlungsabschluß zeigten eine geringe Breitenabnahme; die Nachuntersuchungen im Zeitraum von 4-9 Jahren nach Behandlungsabschluß blieben in ihren Breitenwerten fast unverändert.

Vertikal:

Wir stellten eine ausgeprägte Höhenzunahme des Gaumengewölbes während der kieferorthopädischen Behandlungszeit besonders im Bereich der ersten Molaren fest. Die Nachuntersuchungen wiesen eine langfristige, weitere Höhenzunahme auf.

Sagittal:

Während der kieferorthopädischen Behandlung konnten wir sowohl eine Verkürzung des Oberkieferzahnbogens in seiner Gesamtlänge als auch der anterioren Teilmeßstrecke nachweisen. Die Nachuntersuchungen ergaben nach Behandlungsabschluß eine weitere Abnahme der Gesamtlänge des Oberkiefers bei gleichzeitiger Längenzunahme des anterioren Kiefernteiles.

Wir konnten damit zeigen, daß durch die funktionskieferorthopädische Behandlung stets eine wesentliche Besserung oder die Beseitigung der Stellungsanomalie eingetreten ist. Unsere Nachuntersuchungen verdeutlichen eine nur geringe Rezidivneigung, wobei weitere Wachstumsvorgänge im Kieferbereich bis zum Abschluß des Körperwachstums keinesfalls negativ beeinflußt, sondern eher begünstigt wurden.

G. LITERATURVERZEICHNIS

- ASCHER Kontrollierte Ergebnisse der Rückbißbehandlung
mit funktionskieferorthopädischen Geräten.
Fortschr. Kieferorthop. 32, 149 (1971)
- BERNKLAU Neue Hilfsmittel in der kieferorthopädischen
Befunderhebung.
Fortschr. Kieferorthop. 14, 55 (1953)
- BIMLER Vom Wesen der funktionellen Therapie.
Fortschr. Kieferorthop. 17, 138 (1956)
- BRÜCKL Aktuelle Probleme in der Kieferorthopädie.
Dtsch. Stomat. 495 (1963)
- BRÜCKL,
REIMANN Nachuntersuchung behandelter Schmalkiefer.
Fortschr. Kieferorthop. 23, 355 (1962)
- CAROL-
MURILLO Der Gnathostat - Symmetrograph "Carol".
Fortschr. Kieferorthop. 18, 268 (1957)
- COSTA
DEL RIO Untersuchung des Rezidivs der transversalen
Expansion.
Fortschr. Kieferorthop. 23, 395 (1962)
- COSTA
DEL RIO Das Rezidiv der sagittalen Entwicklungen.
Fortschr. Kieferorthop. 25, 295 (1964)
- DASS Nachuntersuchungen behandelter Fälle von KK
mit Protrusion der Front bei Distalbiß.
Fortschr. Kieferorthop. 345 (1955)
- EHMER,
GRAF Sind Behandlungsbeginn, - dauer und - art
wesentliche Faktoren für Ergebnis und Spät-
ergebnis in der Kieferorthopädie?
Dtsch. Stomat. 100 (1972)
- EHMER,
GRAF Probleme und Ergebnisse von Nachuntersuchungen
kieferorthopädisch behandelter Fälle.
Dtsch. Stomat. 349 (1970)

- ESCHLER Die Funktion im Rahmen funktionskieferorthopädischer Behandlung - besonders für die Kieferdehnung mit dem Funktionator.
Oest. Z. Stomat. 242 (1964)
- FALCK Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung der apikalen Basis nach kieferorthopädischer Behandlung mit der aktiven Platte und dem Funktionsregler.
Fortschr. Kieferorthop. 30, 225 (1969)
- FRÄNKEL Orthodontie, Kieferorthopädie, Funktionskieferorthopädie.
Dtsch. Stomat. 299 (1965)
- FREUNTHALLER Über Variationen der Entwicklung des Gesichtsskeletts bei unbehandelten Distalbißfällen und deren Bedeutung in der Kieferorthopädie.
Oest. Z. Stomat. 52, 486 (1967)
- GEHRING Die Bewegung der Zähne bei Kieferdehnung mit Platten.
Diss. Zürich 1950
- GRÖSCHL Untersuchung über die Möglichkeit und das Ausmaß der transversalen Kiefererweiterung mit dem veränderten Andresen-Häuplischen Behandlungsgerät, dem Funktionator.
Diss. Freiburg 1962
- HAUENSTEIN Beitrag zum Studium der transversalen Gesichts- und Oberkieferentwicklung.
Fortschr. Kieferorthop. 24, 367 (1963)
- HAUSSER Das Verhältnis zwischen Gaumenfalten und Zähnen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 5, 879, 1016 (1950)
- HAUSSER Zur Bedeutung und Veränderung der Gaumenfalten des Menschen.
Stoma 4, 3 (1951)

- HAUSSER Funktionelle Kräfte, ihre Nutzung und Auswirkung.
Fortschr. Kieferorthop. 30, 467 (1969)
- HAUSSER Nachentwicklung der apikalen Basis?
Fortschr. Kieferorthop. 23, 290 (1962)
- HAUSSER Nachkontrollen kieferorthopädischer Behandlungsfälle und Folgerungen für die Prognose.
Fortschr. Kieferorthop. 14, 27 (1953)
- HÄUPL Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde.
Bd. 5, 109-115
- HEUSER Klinik der Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten.
Heidelberg: Hüthig 1963
- HOFFER,
GOLA Das funktionskieferorthopädische Skelettgerät H.G.
Fortschr. Kieferorthop. 32 (1971)
- HOTZ Orthodontie in der täglichen Praxis.
Bern, Stuttgart: Huber 1961
- KARWETZKY Veränderungsmöglichkeiten des Gaumenfaltenmusters durch exogene Faktoren.
Dtsch. Zahnärztebl. 12, 613 (1958)
- KORKHAUS Die Vererbung normaler und anormaler Merkmale am menschlichen Gebiß. Zwillings- und Familienforschung.
Dent. Rec. 5, 207 (1929)
- KORKHAUS New orthodontic symmetriograph.
Int. J. Orthodont. 45, 881 (1959)
- KORKHAUS Über die Beeinflussung der apikalen Basis bei der Zahnbogenerweiterung.
Fortschr. Kieferorthop. 24, 33 (1963)

- KORKHAUS Atmungsstörungen und Gebißanomalien.
Fortschr. Kieferorthop. 14, 217 (1953)
- KORKHAUS Leopold Petrik und die Entwicklung der
Funktionskieferorthopädie.
Oest. Z. Stomat. 470 (1965)
- KREISEL Vergleichende Messungen an Oberkiefermodellen
im Hinblick auf Wachstumsveränderungen bei mit
und ohne Extraktion behandelten Fällen.
Zahnärztl. Welt 66, 199 (1965)
- KREISEL Zur Problematik von Gaumenkurvenzeichnungen.
Fortschr. Kieferorthop. 29, 268 (1962)
- LEBRET Der menschliche Gaumen: sein Wachstum, die auf
ihn bezogene Wanderung der Seitenzähne, seine
Expansion bei Anwendung zweier verschiedener
Behandlungsmethoden.
Fortschr. Kieferorthop. 27, 121 (1966)
- MAIER TEN
DOORNKAAT Endokrinologie in der Kieferorthopädie.
Fortschr. Kieferorthop. 125 (1953)
- MARQUARDT Vorschlag zur Bestimmung des Gaumenquotienten.
Fortschr. Kieferorthop. 26, 48 (1965)
- MILLS Die Behandlung der Klasse II/1 in England.
Fortschr. Kieferorthop. 30, 194 (1969)
- MÜHLBERG,
SCHRÖTER,
ZILL Prüfung der Korrelation maßgeblicher Parameter
bei der Kiefererweiterung mit Funktionsreglern
nach Fränkel und Dehnplatten nach A.M. Schwarz.
Dtsch. Stomat. 333 (1968)
- PETRIK (Wien) Möglichkeiten und Grenzen der Behandlung mit
dem Aktivator.
Fortschr. Kieferorthop. 16, 195 (1955)
- REICHENBACH-
BRÜCKL Kieferorthopädische Klinik und Therapie.
Leipzig: Barth 1967

- RINDERER Zahnbogenerweiterung oder Kieferdehnung.
Oest. Z. Stomat. 186 (1965)
- RUDOLPH (Halle) Vergleichende Therapie der Angle-Kl. II/1 mit
Aktivator und elastischem Gebißformer.
Fortschr. Kieferorthop. 16, 214 (1955)
- SCHMUTH Ein orthodontisches Visiermeßkreuz.
Oest. Z. Stomat. 52, 660 (1955)
- SCHMUTH Behandlungszeit - Retentionszeit - Rezidive.
Fortschr. Kieferorthop. 27, 22 (1966)
- SCHUBERT u.a. Der Einfluß des Behandlungsbeginns und der Be-
handlungsdauer auf das Ergebnis biomechanischer
Behandlungsverfahren.
Dtsch. Stomat. 519 (1970)
- SCHUCHARD (Berlin) Die Lutschprotrusion und ihre Behandlung mit
einer Vorhofplatte.
Fortschr. Kieferorthop. 13, 170 (1952)
- SCHWARZE Eine Untersuchung über die Änderung des Gebisses
während und nach kieferorthopädischer Behandlung.
Zahnärztl. Welt 67, 356; 415 (1966)
- STAHL Zur Frage des Rezidivs bei der Behandlung des
Schmalkiefers.
Fortschr. Kieferorthop. 23, 345 (1962)
- STOCKFISCH Die neuzeitliche kieferorthopädische Praxis.
Heidelberg: Hüthig 1969
- STRAUSS Vergleichende Untersuchungen über das Gaumen-
wachstum bei Kompressionsanomalien in Abhängig-
keit zur kieferorthopädischen Therapie.
Diss. Marburg 1970
- WEHLAU Gaumenfalten.
Zahnärztl. Rdsch. 2, 79 (1933)

- WEISE, Untersuchungen über die Gaumenhöhe im
SCHENK regelrechten Gebiß.
Zahnärztl. Welt 78, 725 (1969)
- WITT, Experimentelle Untersuchungen über die Zungen-
BAUMGARTNER funktion beim Tragen des Aktivators.
Fortschr. Kieferorthop. 31 (1970)

Tabelle 1 :

Einzelwerte der drei Dimensionen mit den errechneten Werten für das relative Wachstum

Es bedeuten:

1.) Transversal

b_1 = Abstand der palatinalen Gingivalränder der Zähne 15 und 25

b_2 = Abstand der palatinalen Gingivalränder der Zähne 16 und 26

2.) Vertikal

h_1 = Senkrechte vom höchsten Punkt des Gaumengewölbes auf die Strecke b_1

h_2 = Senkrechte vom höchsten Punkt des Gaumengewölbes auf die Strecke b_2

3.) Sagittal

L_1 = Gesamtlänge des Oberkiefers

L_2 = vordere Gaumenlänge zwischen dem Punkt P_X und dem Gingivalrand zwischen den Zähnen 11 und 21

a = Anfangswerte

e = Endwerte

n = Nachuntersuchungswerte

r_1 = Relatives Wachstum, gewonnen aus a und e

r_2 = Relatives Wachstum, gewonnen aus e und n

Tabelle 1 a : Behandlung ohne Nachuntersuchung

Nr.	Werte	Transversal		Vertikal		Sagittal	
		b ₁	b ₂	h ₁	h ₂	L ₁	L ₂
1	a	28,0	29,0	12,0	10,0	36,0	22,0
	e	32,0	34,0	16,5	15,0	38,0	21,0
	r	+ 0,143	+ 0,172	+ 0,375	+ 0,5	+ 0,056	- 0,045
2	a	30,0	35,0	13,0	10,5	37,0	17,0
	e	31,5	35,0	14,0	13,0	37,0	17,0
	r	+ 0,05	+ 0	+ 0,077	+ 0,238	0	0
3	a	34,0	35,0	11,0	14,0	36,5	15,0
	e	34,0	35,0	10,0	14,0	32,5	13,5
	r	0	0	- 0,091	0	- 0,110	- 0,1
4	a	28,5	29,0	13,5	12,5	38,0	17,0
	e	30,0	31,0	15,0	14,5	36,0	15,0
	r	+ 0,053	+ 0,069	+ 0,111	+ 0,160	- 0,053	- 0,118
5	a	30,0	33,0	10,5	11,0	39,0	17,0
	e	33,0	35,5	12,0	14,0	33,0	17,5
	r	+ 0,1	+ 0,076	+ 0,143	+ 0,273	- 0,154	+ 0,029
6	a	29,0	31,0	14,0	14,0	37,0	21,0
	e	34,5	36,0	15,0	15,0	35,0	18,0
	r	+ 0,19	+ 0,161	+ 0,071	+ 0,071	- 0,054	- 0,143
7	a	30,0	34,0	13,0	13,0	39,5	17,0
	e	34,0	37,5	14,0	17,0	38,0	19,5
	r	+ 0,133	+ 0,103	+ 0,077	+ 0,308	- 0,038	+ 0,147
8	a	29,0	32,0	11,0	10,0	39,0	15,5
	e	34,0	38,0	11,5	11,0	37,0	15,0
	r	+ 0,172	+ 0,188	+ 0,045	+ 0,1	- 0,051	- 0,032
9	a	30,0	31,5	12,0	10,0	40,0	18,0
	e	31,0	34,0	13,0	12,0	37,0	17,0
	r	+ 0,033	+ 0,079	+ 0,083	+ 0,2	- 0,075	- 0,056
10	a	32,0	36,0	10,0	10,0	42,0	19,0
	e	36,0	38,0	12,0	12,0	39,0	19,0
	r	+ 0,125	+ 0,056	+ 0,2	+ 0,2	- 0,077	0
11	a	32,0	34,0	14,0	13,0	42,0	17,0
	e	34,5	36,0	15,0	15,0	38,0	16,0
	r	+ 0,078	+ 0,059	+ 0,071	+ 0,154	- 0,095	- 0,059
12	a	31,5	33,0	14,0	13,0	39,0	17,5
	e	40,0	40,0	16,0	16,0	36,0	18,0
	r	+ 0,27	+ 0,212	+ 0,143	+ 0,231	- 0,077	+ 0,029

Fortsetzung der Tabelle 1 a :

Nr.	Werte	Transversal		Vertikal		Sagittal	
		b ₁	b ₂	h ₁	h ₂	L ₁	L ₂
13	a	32,0	31,5	15,0	16,0	39,0	17,0
	e	33,0	33,0	15,0	17,0	33,0	16,0
	r	+ 0,031	+ 0,048	0	+ 0,063	- 0,154	- 0,059
14	a	29,0	32,5	13,0	13,5	41,0	18,0
	e	34,0	35,5	13,0	15,0	39,0	17,0
	r	+ 0,172	+ 0,093	0	+ 0,185	- 0,049	0,056
15	a	32,0	34,0	12,0	12,0	51,0	20,0
	e	33,0	36,5	14,0	14,0	47,0	18,5
	r	+ 0,031	+ 0,074	+ 0,167	+ 0,167	- 0,078	
16	a	31,0	35,0	11,5	12,0	38,5	15
	e	31,0	35,0	13,0	14,0	35,0	15
	r	0	0	+ 0,130	+ 0,167	- 0,091	0
17	a	31,0	34,0	12,0	11,5	38,0	19,0
	e	32,0	35,0	13,0	12,0	35,0	17,0
	r	+ 0,032	+ 0,029	+ 0,083	+ 0,043	- 0,079	- 0,105
18	a	29,0	33,0	13,0	14,0	40,0	18,0
	e	33,0	34,5	13,0	14,0	39,0	18,0
	r	+ 0,138	0,045	0	0	- 0,025	0
19	a	27,5	32,0	12,5	10,5	40,0	17,0
	e	33,0	36,5	14,0	14,0	38,0	16,0
	r	+ 0,2	+ 0,141	0,120	0,333	- 0,050	- 0,059
20	a	26,5	31,0	13,0	13,0	36,0	17,0
	e	29,0	33,0	15,0	16,0	32,0	15,5
	r	+ 0,094	+ 0,065	+ 0,154	+ 0,231	- 0,111	- 0,088
21	a	26,0	29,0	13,0	15,0	37,0	22,0
	e	28,0	31,0	14,0	16,5	34,5	21,0
	r	+ 0,077	+ 0,069	+ 0,077	+ 0,10	- 0,068	- 0,045
22	a	30,0	33,5	12,0	12,5	41,0	18,0
	e	33,5	35,5	13,0	14,0	37,0	16,0
	r	+ 0,117	+ 0,060	+ 0,083	+ 0,120	- 0,098	- 0,158
23	a	30,0	32,0	12,0	10,0	40,0	18,0
	e	35,0	37,0	14,0	13,0	38,0	16,0
	r	+ 0,167	+ 0,156	+ 0,167	+ 0,3	- 0,05	- 0,158
24	a	29,0	30,0	10,0	8,5	41,0	18,0
	e	32,0	33,0	11,5	11,0	37,0	17,0
	r	+ 0,103	+ 0,1	+ 0,150	0,294	- 0,098	- 0,05

Fortsetzung der Tabelle 1 a :

Nr.	Werte	Transversal		Vertikal		Sagittal	
		b_1	b_2	h_1	h_2	L_1	L_2
25	a	32,0	37,0	16,0	14,5	40,5	17,5
	e	34,5	37,0	16,0	16,5	38,5	18,0
	r	0,078	0	0	+ 0,138	- 0,049	+ 0,029
26	a	27,0	31,0	13,8	12,0	39,0	24,5
	e	33,0	35,0	13,8	13,0	37,0	24,0
	r	+ 0,222	+ 0,129	0	+ 0,083	- 0,051	- 0,02

Tabelle 1 b : Behandlung mit Nachuntersuchung

Nr.	Werte	Transversal		Vertikal		Sagittal	
		b ₁	b ₂	h ₁	h ₂	L ₁	L ₂
1	a	30,0	34,5	12,5	12,0	40,0	17,0
	e	32,0	36,5	15,5	16,0	36,0	17,0
	n	32,0	36,0	15,0	16,0	35,0	18,0
	r1	+ 0,067	+ 0,057	+ 0,240	+ 0,333	-0,1	0
	r2	0	- 0,013	- 0,032	0	-0,028	+ 0,058
2	a	29,0	30,0	12,0	11,0	42,0	16,0
	e	32,0	34,0	13,0	13,0	39,0	17,0
	n	32,0	33,0	13,5	13,5	38,0	18,0
	r1	+ 0,103	0,133	+ 0,083	0,182	-0,071	+ 0,063
	r2	0	- 0,029	0,038	0,038	-0,026	+ 0,059
3	a	31,8	32,0	16,0	14,4	42,5	18,5
	e	31,0	34,0	18,0	18,0	38,0	19,0
	n	30,0	32,0	16,0	15,5	38,0	18,5
	r1	- 0,025	+ 0,063	+ 0,125	+ 0,250	-0,106	+ 0,027
	r2	- 0,032	- 0,059	- 0,111	- 0,139	0	- 0,026
4	a	28,0	31,0	11,5	11,5	35,5	17,0
	e	33,0	36,5	12,5	13,0	33,0	17,0
	n	32,0	36,0	13,0	13,0	33,0	17,0
	r1	+ 0,179	+ 0,177	+ 0,087	+ 0,130	-0,070	0
	r2	- 0,030	- 0,014	+ 0,040	0	0	0
5	a	27,5	32,5	14,0	13,0	37,0	17,0
	e	30,0	32,5	14,0	16,0	34,0	16,0
	n	30,0	32,5	14,0	16,0	34,0	16,5
	r1	+ 0,091	0	0	+ 0,231	-0,081	- 0,059
	r2	0	0	0	0	0	+ 0,031
6	a	28,0	31,0	13,5	12,0	40,0	18,0
	e	32,0	35,0	16,0	15,0	34,0	15,0
	n	32,0	35,0	16,5	16,5	34,0	15,0
	r1	+ 0,143	+ 0,129	+ 0,185	+ 0,250	-0,150	- 0,167
	r2	0	0	+ 0,031	+ 0,100	0	0
7	a	30,5	33,5	12,0	10,0	38,0	18,0
	e	37,0	39,0	14,0	12,0	34,0	15,0
	n	33,0	37,0	14,0	14,0	32,0	15,0
	r1	+ 0,213	+ 0,164	+ 0,167	+ 0,200	-0,105	- 0,167
	r2	- 0,108	- 0,051	0	+ 0,167	-0,059	0
8	a	30,0	35,5	12,0	11,5	38,0	17,0
	e	30,5	33,0	14,0	14,0	36,0	16,0
	n	32,0	34,0	14,0	15,0	35,0	16,5
	r1	+ 0,017	- 0,042	+ 0,167	+ 0,217	-0,053	- 0,059
	r2	+ 0,049	+ 0,030	0	+ 0,071	-0,028	+ 0,031

Fortsetzung der Tabelle 1 b :

Nr.	Werte	Transversal		Vertikal		Sagittal	
		b ₁	b ₂	h ₁	h ₂	L ₁	L ₂
9	a	33,0	36,0	17,0	15,0	42,0	17,5
	e	36,0	38,0	17,0	17,0	38,0	18,0
	n	36,0	38,0	17,0	17,5	38,0	19,0
	r1	+ 0,091	+ 0,056	0	+ 0,133	0,095	+ 0,029
	r2	0	0	0	+ 0,029	0	+ 0,056
10	a	30,0	32,0	10,0	10,0	40,0	16,0
	e	32,5	33,5	11,5	11,5	39,0	15,0
	n	31,5	32,0	12,0	12,0	37,0	15,0
	r1	+ 0,083	0,047	+ 0,150	+ 0,150	- 0,025	- 0,063
	r2	- 0,031	0,045	+ 0,043	+ 0,043	- 0,051	0
11	a	31,0	33,0	13,0	12,5	38,5	21,0
	e	33,0	36,5	13,0	14,0	36,0	20,0
	n	33,5	35,0	13,0	15,2	35,8	21,0
	r1	+ 0,065	+ 0,076	0	+ 0,120	- 0,065	- 0,048
	r2	+ 0,015	- 0,041	0	+ 0,086	- 0,006	+ 0,050
12	a	30,0	34,0	12,0	13,5	37,0	18
	e	34,0	38,0	13,5	15,5	34,0	16,5
	n	35,0	36,5	13,0	16,0	33,0	16,5
	r1	+ 0,133	+ 0,118	0,125	+ 0,148	- 0,081	- 0,083
	r2	+ 0,029	- 0,039	- 0,037	+ 0,032	- 0,029	0
13	a	32,5	33,0	12,5	11,0	40,0	17,0
	e	34,5	36,0	14,0	14,0	36,5	16,5
	n	35,0	37,0	15,0	15,5	34,0	17,5
	r1	+ 0,062	+ 0,091	+ 0,120	0,273	- 0,088	- 0,029
	r2	+ 0,001	+ 0,028	+ 0,071	0,107	- 0,041	+ 0,061
14	a	30,5	33,0	12,0	12,0	38,0	17,0
	e	33,5	35,0	14,0	12,5	35,0	15,0
	n	32,5	34,0	14,0	13,5	37,0	17,0
	r1	+ 0,099	+ 0,061	0,167	0,042	- 0,079	- 0,119
	r2	- 0,030	- 0,029	0	0,080	+ 0,058	+ 0,132
15	a	32,0	34,0	14,0	12,0	43,5	19,5
	e	33,0	34,0	15,5	14,0	39,5	18,5
	n	32,0	32,0	17,0	16,0	39,5	19,0
	r1	+ 0,031	0	+ 0,107	+ 0,167	- 0,092	- 0,051
	r2	- 0,030	- 0,059	+ 0,097	+ 0,143	0	+ 0,027
16	a	30,0	34,0	15,0	12,0	41,0	16,5
	e	33,5	35,0	16,0	16,0	37,0	15,5
	n	34,0	34,0	16,0	15,0	35,0	14,0
	r1	+ 0,117	+ 0,029	+ 0,067	+ 0,333	- 0,098	- 0,061
	r2	+ 0,015	- 0,029	0	- 0,063	- 0,054	- 0,023

Fortsetzung der Tabelle 1 b :

Nr.	Werte	Transversal		Vertikal		Sagittal	
		b_1	b_2	h_1	h_2	L_1	L_2
17	a	29,0	33,5	11,0	9,5	39,0	16,0
	e	30,0	36,0	12,0	12,0	37,5	16,5
	n	33,0	36,0	13,0	13,0	35,5	17,0
	r1	+ 0,034	+ 0,075	+ 0,091	+ 0,263	- 0,038	+ 0,031
	r2	+ 0,100	0	+ 0,083	+ 0,083	- 0,053	+ 0,061
18	a	26,5	30,0	11,0	10,0	37,5	17,0
	e	28,5	32,0	12,0	12,0	36,0	15,0
	n	28,5	32,0	12,1	12,5	35,5	15,0
	r1	+ 0,076	+ 0,067	+ 0,091	+ 0,200	- 0,040	- 0,118
	r2	0	0	+ 0,008	+ 0,042	- 0,041	0
19	a	32,0	37,0	12,0	11,0	39,0	19,0
	e	34,5	39,0	15,5	16,0	34,0	20,0
	n	33,5	39,0	15,5	16,5	33,0	19,0
	r1	+ 0,047	+ 0,054	+ 0,292	+ 0,455	- 0,128	+ 0,053
	r2	- 0,029	0	0	+ 0,031	- 0,029	- 0,050

Tabelle 2 : Erwartungswerte (E) für die drei Dimensionen

2 a) Behandlungsende

	Transversal		Vertikal		Sagittal	
	b_1	b_2	h_1	h_2	L_1	L_2
E	+ 0,110	+ 0,093	+ 0,121	+ 0,208	- 0,088	- 0,056

2 b) Gruppe I der Nachuntersuchungen

	Transversal		Vertikal		Sagittal	
	b_1	b_2	h_1	h_2	L_1	L_2
E	- 0,0083	- 0,025	- 0,0042	+ 0,046	- 0,025	+ 0,021

2 c) Gruppe II der Nachuntersuchungen

	Transversal		Vertikal		Sagittal	
	b_1	b_2	h_1	h_2	L_1	L_2
E	0	- 0,0143	+ 0,0143	+ 0,078	- 0,0285	+ 0,036

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren
Dozenten und Professoren

in Frankfurt:

Czerny, Dänzer, Eulner, Frick, Greven, Heinz, Hauser,
Kiet, Kreter, Kuck, Lindauer, Martin, May, Müser,
v. Reckow, Ried, Royen, Schneider, Seubert, Schroeder,
Schmitt-Neurot, Starck, Stock, Ungeheuer, Weber, Wetz-
ler, Wieland, Windecker, Zahn.

in Marburg:

Blum, Hennis, Hering, Heuser, Janke, Koranski, Korb,
Niemeyer, Pantke, Pfütz, Rodeck, Salfeld, Schiff,
Siegert, Strohmeier, Voss, Schnell.

Lebenslauf

Am 29.12.1944 wurde ich als zweites von drei Kindern des Zahnarztes Dr. med. dent. Emil Hunold und seiner Ehefrau Klara geb. Giessler in Hofgeismar/Hessen geboren. Nach dem Besuch der Volksschule in Guxhagen wechselte ich zur Jakob-Grimm-Schule in Kassel, an der ich am 17.2.1964 die Reifeprüfung ablegte.

Im WS 64/65 immatrikulierte ich mich an der Frankfurter Johann-Wolfgang-Goethe-Universität für das Fach Zahnheilkunde. Hier bestand ich am 6.10.1965 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 15.4.1967 die zahnärztliche Vorprüfung.

Im WS 67/68 immatrikulierte ich mich zum Weiterstudium in Marburg/Lahn, wo ich am 16.12.1969 die zahnärztliche Prüfung ablegte.

Am 17.7.70 heiratete ich den Kollegen Bernhard F. Nowack. Da ich Fachzahnarzt für Kieferorthopädie werden möchte, bin ich z. Zt. an der Universitätsklinik für ZMK-Heilkunde Marburg/Lahn in der kieferorthopädischen Abteilung als Assistent tätig.

Frau Prof. Dr. med. dent. I. Hennis möchte ich für die Überlassung des Themas sowie für die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit meinen herzlichsten Dank sagen.

Mein ganz besonderer Dank gilt weiterhin Herrn Doz. Dr. med. dent. H. Schienbein für seine fachlichen Anregungen und seine wertvolle Hilfe bei den Korrekturarbeiten.

Herrn Prof. Dr. med. dent. H. Schnell darf ich für die Übernahme des Korreferates danken.

